

## I-B 248 確率論的想定地震のハザードマップへの応用に関する研究

(財)電力中央研究所 正員 中島正人 京都大学防災研究所 フェロー 亀田弘行  
清水建設(株)技術研究所 正員 石川 裕 清水建設(株)和泉研究室 正員 奥村俊彦

1. はじめに 亀田・石川による確率論的想定地震の設定法は、確率論的地震危険度解析と想定地震という従来別々の地震荷重評価方法を、統合したものであり地震の諸元を地震動強度のリスクレベルに対応して算出でき、さらに各地震域の貢献度という新しい概念を用いることでサイトに対して複数の想定地震を設定できるという長所がある。本報告では、はじめに確率論的想定地震によるハザードマップの作成に関する提案を示した。続いて、歴史地震データと活断層データを組み合わせて確率論的想定地震<sup>1)</sup>を算出したケーススタディについて報告する。

2. 確率論的想定地震を用いたハザードマップ 本研究では、サイトである地震動強度を越えた場合にそれがどの地震域で発生した地震によるものかを表す「貢献度(%)」という指標を用い、近畿地方に影響を及ぼす地震域の貢献度の分布図と、各地点で貢献度が最大になる地震域の分布図を年超過確率が  $p_0 = 10^{-2}$  (再現期間 100年)、 $10^{-3}$  (再現期間 1000年) を対象に、3つの地震動周期 ( $T=0.1, 1.0, 4.0$ sec) について作成した。

地震域は多角形地震域群をb値モデルで、東海地震域・南海地震域を別個に固有地震モデルで表した。距離減衰式は、安中・野沢<sup>2)</sup>による加速度応答スペクトルの推定式を用いた。

(1) 地震域の貢献度の分布図 ここでは各地震域の貢献度の分布図を作成することで、年超過確率や地震動周期の変化によって各地震域が地理的にどの範囲まで影響するか明らかにする。以下に  $p_0 = 10^{-2}$ 、 $T = 0.1$ (sec) の場合の、No.9と南海地震域の貢献度の分布図を示す。No.9は図-1(a)に示すように、地震域内部では貢献度が50%と高く貢献度は地震域の北部のエリアで大きい。南海地震は図-1(b)に示すように、断層面から遠距離のサイトにおいても貢献度が10%をこえており、近畿地方では影響範囲が大きい。

(2) 貢献度が最大となる確率論的想定地震のマップ ここでは、サイトで貢献度が最大となる地震域の確率論的想定地震のマップの作成した例を示す。このマップには確率論的想定地震のマグニチュード、震央距離もサイトの位置から算出できる特徴がある。(i)  $T=0.1$ (sec):直下の地震域の貢献度が最も大きいサイトが多く、サイトの位置により貢献度が最大となる地震域は異なる(図-2(a))。年超過確率  $p_0 = 10^{-3}$ (図-2(b))では、貢献度が最大となる地震域の地理分布は  $p_0 = 10^{-2}$ と殆ど変化しないが、確率論的想定地震のマグニチュードは大きくなる。(ii)  $T=4.0$ (sec):  $p_0 = 10^{-2}$ の場合(図-3(a))、計算対象地点すべてにおいて東海地震域か南海地震域の貢献度が最大となる。 $p_0 = 10^{-3}$ の場合(図-3(b))は、東海地震域・南海地震域の他にNo.4の貢献度が最大となるエリアが現れる。地震動周期が長周期の場合、マグニチュードが大きいほど地震動の長周期成分が大きく、長周期の表面波は遠方で伝播するという物理現象が反映された結果となっている。

3. 活断層データを用いた確率論的想定地震 ここでは、松田<sup>3)</sup>による「起震断層」を活断層データとして用い、歴史地震データと組み合わせた場合の確率論的想定地震を算出した結果を示す。

解析手法は、文献[1]と同じ手法を用い、距離減衰式は、安中・野沢<sup>2)</sup>による式を用い  $T=0.1, 1.0, 4.0$ (sec) の3つのパラメータを対象にする。

(i)  $T=0.1$ (sec):  $p_0 = 10^{-2}$ では、No.9(直下地震域)や東海地震域の貢献度が25.0%程度で最も大きい。 $p_0 = 10^{-3}$ になると宇治断層帯や和東谷断層の貢献度も大きくなり、特に宇治断層帯は貢献度17.4%とNo.9(22.7%)に次いで大きい。(表-1)。(ii)  $T=1.0$ (sec): 東海地震域と南海地震域の貢献度が大きい。活断層では  $p_0 = 10^{-3}$ のレベルで花折断層帯が唯一貢献度が4.1%になる。(表-2)。(iii)  $T=4.0$ (sec): 東海地震域と南海地震域の貢献度が大きい。活断層では  $p_0 = 10^{-2}$ のレベルでMTL和泉-金剛断層帯、 $p_0 = 10^{-3}$ で花折断層帯が貢献度が3.0%以上になる。(表-3)。

$T=0.1$ (sec) の場合は、歴史地震データによる地震域と活断層の両方とも貢献度が5.0%以上となる地震域が現れ、特に  $p_0 = 10^{-3}$ では活断層の貢献度も相対的に大きい。 $T=4.0$ (sec) の場合は、東海地震域と南海地震域の貢献度が卓越しており、活断層の貢献度は  $p_0 = 10^{-3}$ でも小さい。

4. 結論 本研究のケーススタディより、確率論的想定地震を用いた広域の地震ハザード評価が有効である可能性が示された。また、確率論的想定地震が発生頻度が低い地震源に対しても、適用できる可能性があることと、その場合  $10^{-3}$ 以下の低いリスクレベルを対象とする必要が示された。今後は、歴史地震データと活断層データを組み合わせた地震ハザードマップを作成することが目標となる。

参考文献：1) 石川 裕・奥村俊彦・亀田弘行：活断層を考慮した地震危険度評価，土木学会「阪神・淡路大震災に関する学術講演会」，1996.1 2) Annaka and Nozawa: Proc.9th WCEE, Vol.II, pp.107-112, 1998.8. 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.

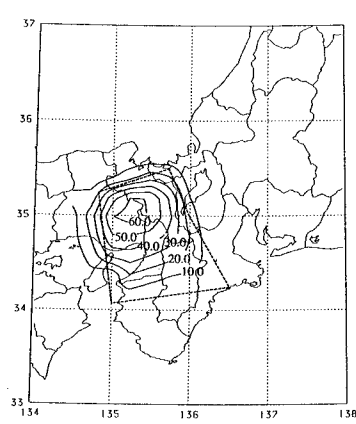


図-1(a) 地震域No.9の貢献度の分布図 ( $\rho_0=10^{-2}$  :  $T=0.1\text{sec}$ )

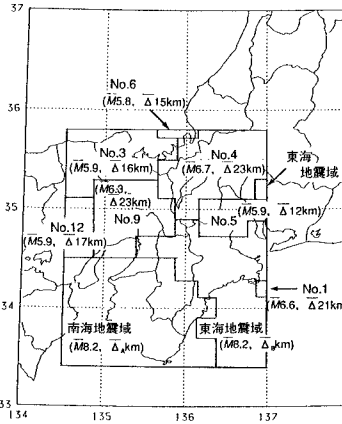


図-2(a) 貢献度最大となる地震域の地域分布 ( $\rho_0=10^{-2}$  :  $T=0.1\text{sec}$ )

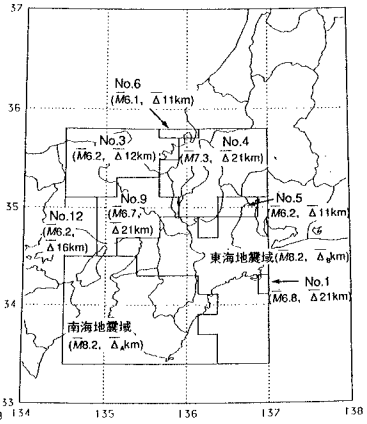


図-2(b) 貢献度最大となる地震域の地域分布 ( $\rho_0=10^{-3}$  :  $T=0.1\text{sec}$ )

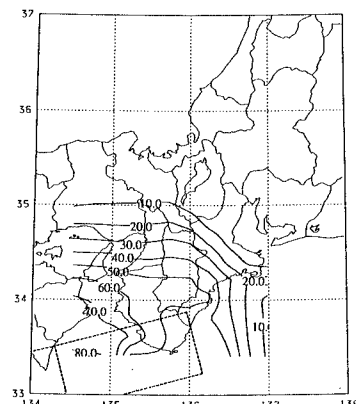


図-1(b) 南海地震域の貢献度の分布図 ( $\rho_0=10^{-2}$  :  $T=0.1\text{sec}$ )

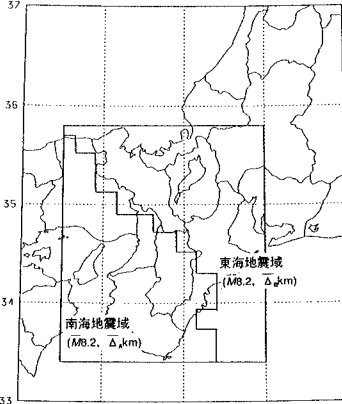


図-3(a) 貢献度最大となる地震域の地域分布 ( $\rho_0=10^{-2}$  :  $T=4.0\text{sec}$ )

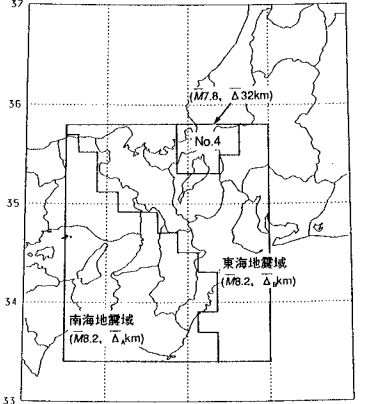


図-3(b) 貢献度最大となる地震域の地域分布 ( $\rho_0=10^{-3}$  :  $T=4.0\text{sec}$ )

表-1 宇治における確率論的想定地震( $T=0.1\text{sec}$ )

地震域	年超過確率 $\rho_0=10^{-3}$			年超過確率 $\rho_0=10^{-4}$		
	$S_e(\rho_0)=331(\text{Gal})$			$S_e(\rho_0)=680(\text{Gal})$		
	貢献度 $C(\rho_0)(\%)$	$M(\rho_0)$	$\Delta(\rho_0)$ (km)	貢献度 $C(\rho_0)(\%)$	$M(\rho_0)$	$\Delta(\rho_0)$ (km)
No.4	11.0	7.3	46	13.0	7.5	39
No.9	28.0	6.4	22	22.7	6.9	19
南海地震域	10.8	8.3	113	9.9	8.4	113
東海地震域	24.5	8.2	109	14.1	8.3	109
宇治断層帯	<3.0	***	***	17.4	7.2	2.3
奈良盆地西断層帯	<3.0	***	***	6.0	7.0	14
和泉谷断層	<3.0	***	***	6.6	6.8	14

表-2 宇治における確率論的想定地震( $T=1.0\text{sec}$ )

地震域	年超過確率 $\rho_0=10^{-4}$			年超過確率 $\rho_0=10^{-5}$		
	$S_e(\rho_0)=555(\text{Gal})$			$S_e(\rho_0)=1260(\text{Gal})$		
	貢献度 $C(\rho_0)(\%)$	$M(\rho_0)$	$\Delta(\rho_0)$ (km)	貢献度 $C(\rho_0)(\%)$	$M(\rho_0)$	$\Delta(\rho_0)$ (km)
No.4	5.3	7.7	54	<3.0	***	***
南海地震域	33.1	8.2	113	22.5	8.3	113
東海地震域	48.4	8.2	109	63.4	8.3	109
花折断層帯	<3.0	***	***	4.1	7.8	3.9

表-3 宇治における確率論的想定地震( $T=4.0\text{sec}$ )

地震域	年超過確率 $\rho_0=10^{-2}$			年超過確率 $\rho_0=10^{-3}$		
	$S_e(\rho_0)=131(\text{Gal})$			$S_e(\rho_0)=280(\text{Gal})$		
	貢献度 $C(\rho_0)(\%)$	$M(\rho_0)$	$\Delta(\rho_0)$ (km)	貢献度 $C(\rho_0)(\%)$	$M(\rho_0)$	$\Delta(\rho_0)$ (km)
南海地震域	42.1	8.2	113	42.8	8.3	113
東海地震域	45.3	8.2	109	52.2	8.3	109
花折断層帯	<3.0	***	***	3.9	7.8	3.9
MTL和泉金剛断層帯	3.1	7.8	47	<3.0	***	***