

京都大学防災研究所 正会員 河田恵昭
 京都大学大学院 学生員 小池信昭

関西大学工学部 正会員 井上雅夫
 関西大学工学部 学生員○前田朋勇

1 緒言

環太平洋沿岸域は世界でも有数の地震発生地帯であり、過去の歴史をさかのぼっても巨大地震やそれに伴う津波により多大な被害を被っている。1960年に発生したチリ地震津波は、日本をはじめ太平洋沿岸の各国に多くの被害をもたらした。このような津波災害に対して、現存の防災対策では不十分な点があり、とくに開発途上国においては防波堤などのハード対策そのものが整備されておらず、住民の津波に対する認識も低い。津波による被害を軽減するうえでこのようなことが大きな問題となっている。そこで本研究では、過去の地震発生の経緯をふまえて、環太平洋全域に断層モデルを設定し、各々の地域で発生する地震津波の数値計算を行う。これにより各地域に襲来する波高、到達時間といった伝播特性が明らかになる。さらにこの伝播特性と津波を発生させる地震の発生確率を組み合わせることにより、環太平洋沿岸域における津波によるリスク評価を試みる。

2 環太平洋地震帯における地震の発生確率

地震のメカニズムを考慮すると、ある地域で大地震が発生した場合、同じ地域で次の大地震を起こすに足るひずみエネルギーが蓄えられるまでには相当の年月を要するから、大地震の前後ではその付近での将来の一定期間における地震危険度は変化すると考えるべきである。そこで、Kameda and Takagi(1981)は再生過程の考え方による非ポアソン型の地震発生モデルを提案した。彼らは、海洋性巨大地震の再帰時間の累積確率を指数確率紙にプロットすることにより、地震発生間隔の下限 t_0 および平均発生率 ν をもったシフトした指数分布を求め、これを地震発生モデルとした。その際、現象の周期特性を考慮して地震発生間隔の上限 t_u も決定される。すなわち、海洋性巨大地震の再帰時間 T_r の確率分布は、 t_0, t_u, ν を用いて、つぎのように定式化される。

$$F_{T_r}(t) = \begin{cases} 1 & (t > t_u) \\ \frac{1 - \exp[-\nu(t-t_0)]}{1 - \exp[-\nu(t_u-t_0)]} & (t_0 \leq t \leq t_u) \\ 0 & (t < t_0) \end{cases} \quad (1)$$

これより再帰時間 μ_{T_r} は、つぎのように求められる。

$$\mu_{T_r} = \int_{t_0}^{t_u} t dF_{T_r}(t) = \frac{(1 + \nu t_0) - (1 + \nu t_u)e^{\nu(t_u-t_0)}}{\nu[1 - e^{-\nu(t_u-t_0)}]} \quad (2)$$

また、危険率（瞬間危険率） $\nu(t)$ は、つぎのようになる。

$$\nu(t) = \frac{f_{T_r}(t)}{1 - F_{T_r}(t)} = \frac{1}{1 - F_{T_r}(t)} \frac{dF_{T_r}(t)}{dt} \quad (3)$$

再生過程の考え方に基づく非ポアソン型モデルによって推定された、環太平洋地震帯の各地域におけるパラメータ t_u （地震発生間隔の上限）、 t_0 （地震発生間隔の下限）、 ν （平均発生率）および μ_{T_r} （期待値＝再帰時間）を表1にまとめて表す。さらに、1997年を基点とする危険率（瞬間危険率）を表2に表す。

3 遠地津波の伝播特性

ここでは、太平洋全域モデルを用いて津波シミュレーションをおこなうことにより、三陸地域における遠地津波の伝播特性を調べた。その結果を表3に示す。

4 津波リスク

表3より、三陸地域に最大水位2m以上の津波をもたらし地域は、南米地域だけであるから、表2より今後10年以内に2m以上の遠地津波に襲われる確率は31.4%になる。今回は従来から使われている条件付き確率で津波リスクを評価したが、今後は実際の被害に結びついた新しい評価方法を検討する必要がある。

参考文献

Kameda, H. and H. Takagi(1981):Seismic hazard estimation based on non-Poisson earthquake occurrences, Memories of the Faculty of Engineering, Kyoto Univ., Vol.43, Part 3.

謝 辞

太平洋全域モデルの水深データは、日本海洋データセンター(JODC)に提供していただいた。「世界の被害地震の表」のデータを、東京大学地震研究所の加藤育子さんに提供していただいた。また、1960年チリ地震津波の資料を東北大学工学部の今村文彦助教授に提供していただいた。ここに記して、謝意を表する。

Computation time was provided by the Supercomputer Laboratory, Institute for Chemical Research, Kyoto University.

表1: 環太平洋地震帯の各地域におけるパラメータ

Region	t_0 (years)	t_u (years)	ν	μ_{Tr} (years)
Central America	1.5	37	0.075	12.2
Alaska	2.9	33	0.072	12.9
Aleutian	3.8	28	0.082	12.1
South America	2.2	84	0.024	30.7
South West Pacific	1.4	12	0.324	4.1
East South Asia	-1.2	26	0.162	4.7
Kamchatka	-1.4	50	0.043	15.5

表2: 環太平洋地震帯における瞬間危険率

Region	5years(%)	10years(%)	20years(%)	30years(%)
Central America	33.7	56.9	83.7	96.4
Alaska	37.4	63.5	94.3	109.3
Aleutian	44.7	74.4	107.2	121.7
South America	16.6	31.4	56.1	75.7
South West Pacific	83.4	100.0	103.9	104.1
East South Asia	56.6	81.8	98.1	101.3

表3: 三陸における遠地津波の伝播特性

Region	Max Water Level(m)	Arrival Time(hours)	Initial Water Height(m)
Central America	0.06	16.9	0.01
Alaska	0.36	7.8	0.30
Aleutian	0.30	4.2	0.09
South America	2.31	22.6	0.53
South West Pacific	0.12	8.8	0.03
East South Asia	0.16	5.3	0.05
Kamchatka	0.31	2.2	0.18