

建設省土木研究所 ○ 正員 羽立隆幸
 “ “ “ 栗林栄一
 “ “ 学生員 干場良信

1. まえがき

筆者らは第14回地震工学研究発表会(1976.7)で“中規模地震による家屋の被害分布の推定について”発表した。¹⁾その中で筆者らは木造家屋(住家)の被害を採り上げ、既往地震の地震の規模 M と震央距離 Δ の関係を、沖積層の厚さ、家屋の耐力、家屋の密集度および Risk Indexを考慮して、東京23区、横浜14区、川崎5区の家屋震害率の分布の推定を試みた。この時仮定した地震の震央位置は1855年の安政江戸地震の震央位置であり、 M は6.0、6.5および7.0の3種類とした。しかしながら現状では、将来予想される地震の M と震央位置は定量的に決め難い。そこで、今回は明治以降1880～1970年に東京に被害を及ぼした23の地震について、それらの M と震央位置を用い、上述の関係を表わす経験式から家屋震害率を求めそれを超過する確率を推算した。

2. 東京に被害を及ぼした地震(1880～1970年)

表1に明治以降の東京に被害を及ぼした地震の M および震央位置(入, φ)を示す。山梨県南東部および那珂川下流は参考文献²⁾から、その他は参考文献³⁾から拾い上げたものである。那珂川下流を除けば東京から100km圏内に震央をもつ $M5.5$ 以上の地震が、東京に被害を及ぼしたと言える。

3. 家屋震害率($\hat{d}_i$)とその超過確率(P_E)

表1に示す地震の M と震央位置を用い、前述の文献¹⁾に示す手法で、 $\hat{d}_i$ を求めた。表2はその1例として千代田区の場合を示したものである。表2から判るように、将来予想される地震で、千代田区に最大の $\hat{d}_i$ を生じせしめるような地震は、千代田区から30km以内に震央をもつ $M6$ 以上の極浅発地震であるということが判る。なお、関東地震(1923年)による神田区の実際の $\hat{d}_i$ は、 $1.3 \times 10^{-2}\%$ であった。⁴⁾

図1は表2に示す $\hat{d}_i$ の相対度数 f および累積度数 F の分布を示したものである。この図から判るように、 f の分布は、 $\hat{d}_i = 10^2 \sim 10^4$ において極大値をもつほぼ対称な分布になるものと考えられる。そこで図中に示す点線のTruncated Gibrat分布を仮定する。 $\hat{d}_i$ の P_E は、図1のTruncated Gibratから、次式のように求めることができる。

表1 明治以降の東京に被害を及ぼした地震
の M 及び震央位置(1880～1970年)

No.	地震(発生日)	M	震央の位置(東経 λ , 北緯 φ)
1	横浜(1880)	5.9	$\lambda = 139.75^\circ \text{E}$, $\varphi = 35.4^\circ \text{N}$
2	東京附近(1884)	6.0	139.75°E , 35.7°N
3	東京湾周辺(1889)	6.2	139.7°E , 35.4°N
4	下総地方(1892)	6.7	140.5°E , 35.9°N
5	東京(1894)	7.5	139.9°E , 35.7°N
6	東京湾北部(1894)	7.5	139°E , 36°N
7	利根川下流(1895)	7.3	140.4°E , 35.9°N
8	東京湾(1906)	7.7	139.8°E , 35.5°N
9	東京湾西部(1909)	6.4	139.8°E , 35.5°N
10	竜ヶ崎(1921)	7.1	140.1°E , 35.8°N
11	浦賀水道(1922)	6.9	139.7°E , 35.2°N
12	水海道附近(1923)	6.3	140.0°E , 36.0°N
13	関東(1923)	7.9	139.3°E , 35.2°N
14	山梨県南東部(1923)	6.7	138.9°E , 35.5°N
15	丹沢山塊(1924)	7.2	139.2°E , 35.5°N
16	羽田(1926)	6.2	139.8°E , 35.4°N
17	千葉附近(1928)	5.8	140.3°E , 35.6°N
18	丹沢山附近(1929)	6.1	139.1°E , 35.5°N
19	那珂川下流(1930)	6.6	140.7°E , 36.4°N
20	西埼玉(1931)	7.0	139.2°E , 36.1°N
21	東京湾北部(1956)	6.0	139.9°E , 35.7°N
22	千葉県中部(1956)	6.5	140.2°E , 35.5°N
23	埼玉県中部(1968)	6.1	139.43°E , 35.98°N

$$P_E = \int_0^{100} \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma t} \exp\left\{-\frac{(\log t - m)^2}{2\sigma^2}\right\} dt$$

ここに $\hat{D}_i$ は $0\% < \hat{D}_i < 100\%$ であり、 α は次式による。

$$\alpha = \lim_{a \rightarrow 0} \int_a^{100} \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma t} \exp\left\{-\frac{(\log t - m)^2}{2\sigma^2}\right\} dt$$

m, σ , Gibrat 分布の母数

図2は千代田区の P_E を示したものである。

再現期間として、データの収集期間とはほぼ同等の約90年間をとり、 $\hat{D}_i$ が10%の上限値を超過して大きくなる確率、すなわち P_{m+0} は6.6%となる。千代田区の本造家屋の総戸数を約1万とし、倒壊戸数(全壊戸数+0.5×半壊戸数)が1戸以上および10戸以上ならびに100戸以上の被害を生じせしめる P_E はそれぞれ80%, 33%, 22%となる。1000戸以上の被害を生じせしめるような P_E はほぼ0%に等しい。

本文では千代田区の場合についてのみ紹介した。他の区については講演時に発表する。

4. あとがき

今後の課題としては適当な重み関数を利用し最も期待される $\hat{D}_i$ の推算、および任意の P_E をもつ $\hat{D}_i$ の等値線図の作成が考えられる。本研究の実施にあたって、当所田崎研究員の助言を得た。謝意を表す。

参考文献

- 1) 栗林他; 第14回地震工学研究発表会講演概要集 Page 165~168, 土木学会 1976. 7
- 2) 図説日本の地震 1872~1972年 東京大学地震研究所 1973. 3
- 3) 宇佐美龍夫; 資料日本被害地震総覧, 東京大学出版会
- 4) 東京府; 大正震災誌 第7編 Page 12
- 5) Robin K. McGuire; FORTRAN Computer Program for Seismic Risk Analysis, UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR GEOLOGICAL SURVEY, 1976

表.2 千代田区の $\hat{D}_i$ (%)

地震番号	$\hat{D}_i$	地震番号	$\hat{D}_i$	地震番号	$\hat{D}_i$
No. 1	3.9×10^{-2}	No. 9	1.52	No. 17	1.98×10^{-3}
2	4.1×10^1	10	3.7×10^{-1}	18	5.5×10^{-4}
3	5.7×10^{-2}	11	1.3×10^{-2}	19	3.3×10^{-3}
4	2.0×10^{-2}	12	2.1×10^{-2}	20	3.6×10^{-2}
5	5.5×10^1	13	4.3×10^{-2}	21	2.36
6	7.0×10^{-3}	14	1.0×10^{-3}	22	1.8×10^{-2}
7	1.4×10^{-2}	15	4.3×10^{-2}	23	7.8×10^{-3}
8	3.3×10^1	16	6.7×10^{-2}		

図.1 千代田区の f の分布

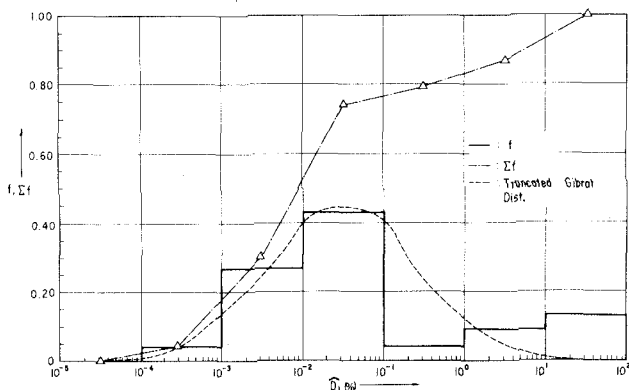


図.2 千代田区の P_E

