

火災報告データに基づく地震後火災リスク評価モデルの構築

(その1) 提案モデル概要および製造業種別の焼損面積頻度分布分析

正会員 ○徳永 英* 正会員 宮本 龍*
同 上 佐藤 一郎* 同 上 東 知宏*
同 上 矢代 晴実*

地震後火災 火災報告 焼損面積
火災リスク 製造業 工場

1. はじめに

建築物の地震リスク評価を行うにあたっては、震動による構造被害に加えて、地震後の火災による損失も評価する必要がある。しかし、これまでに、震動による構造被害予測手法は数多く提案されてきたものの¹⁾、地震後火災による被害予測手法を提案している文献^{2) 3)}が少ないのが現状である。なお、文献 2、3 では、地震動強さに応じて各種防災設備の損傷率(障害発生率)を算出し、それを基に地震後火災発生時の被害拡大を推定する手法が提案されているが、当該手法により評価を行うためには評価対象建築物の詳細な情報が必要とされることから、リスク評価の実施業務においては適用が難しい。

本研究では、総務省消防庁火災報告データ(以下、火災報告データ)を利用した統計的手法に基づく地震後火災リスクの評価モデルを構築することを目的とする。

(その1)では、提案手法の概要説明および製造業種別の火災報告データの統計分析を行う。

2. 地震後火災リスク評価モデルの概要

図1に提案モデルの概要を示す。

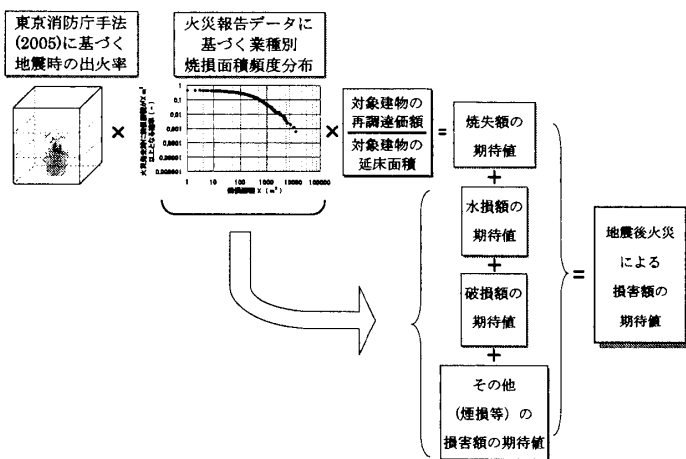


図1 地震火災リスク評価モデルの概要

本モデルでは、まず、評価対象建物における地震時の出火率(製造業種別)を、地震動強さを説明変数とした既往の評価モデル⁴⁾により算出する。次に1995~2007年火災報告データを用いて、製造業種別に焼損面積統計データを分析する。

このようにして分析した業種別の出火率 P_{EQfire} 、焼損面積 X と評価対象建物の延べ床面積 X_0 を用いて、地震後火災による焼失率の期待値 LR_1 を式1により算出することができる(式1では、評価対象建物の資産は平面的に一様に分布していると仮定している)。

$$LR_1 = P_{EQfire} \times \frac{X}{X_0} \tag{1}$$

火災、消火活動に伴う水損・破壊損・煙損等による損害率は既往の研究結果⁵⁾を基に算出する。これに P_{EQfire} を乗じた LR_2 と LR_1 を重複分を差し引いて足し合わせたものが地震後火災による損害率の期待値 LR_{EQfire} となる。

3. 地震後火災リスク評価モデル

3.1. 地震時の出火率

業種別の地震時の出火率は、東京消防庁モデル(2005)⁴⁾により算出する。

3.2. 地震後火災リスク評価モデルへの火災報告データの適用

本研究では、火災報告データに基づき、業種別に焼損面積頻度分布(図2)を分析する。

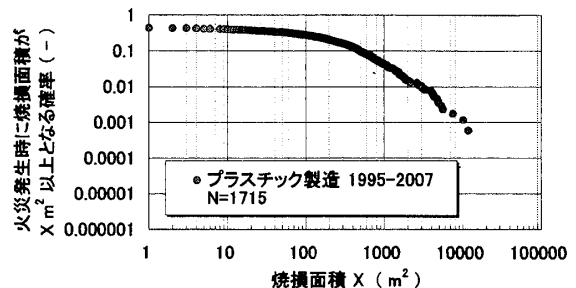


図2 焼損面積頻度分布(業種別)

Risk Evaluation Model of Fire Following Earthquake based on Fire Incident Reporting

(Part1 : Outline of Proposed Model and Statistical Analysis of Frequency Distribution of Fire Damage Area for Industrial Classification)

TOKUNAGA Takeshi, MIYAMOTO Ryu, SATO Ichiro, AZUMA Satohiro, YASHIRO Harumi

ただし、一般的に大地震発生後の火災性状は通常時の火災の性状とは大きく異なることが知られていることから⁶⁾、分析した焼損面積頻度分布をそのまま地震後火災リスク評価モデルへ適用することはできない。

本研究では、地震を中小地震、大地震に分けて考える(概ね震度6弱以上の地震を大地震として扱う)。中小地震に関しては、地震発生直後の火災と通常時の火災とでは性状は大きくは変わらないと考え、火災報告データを基に分析した焼損面積頻度分布をそのまま用いる。また、大地震に関しては、(その2)に示す方法により補正した焼損面積頻度分布を用いることとする。

3.2.1. 製造業種別の焼損面積頻度分布(中小地震発生後)分析および関数近似

図3に、1995~2007年の火災報告データを基に分析した22業種の焼損面積頻度分布のうち、2例を示す。なお、図3では、大地震時の火災を除外するため、1995年1月17日から3日間の兵庫県におけるデータは除いている。

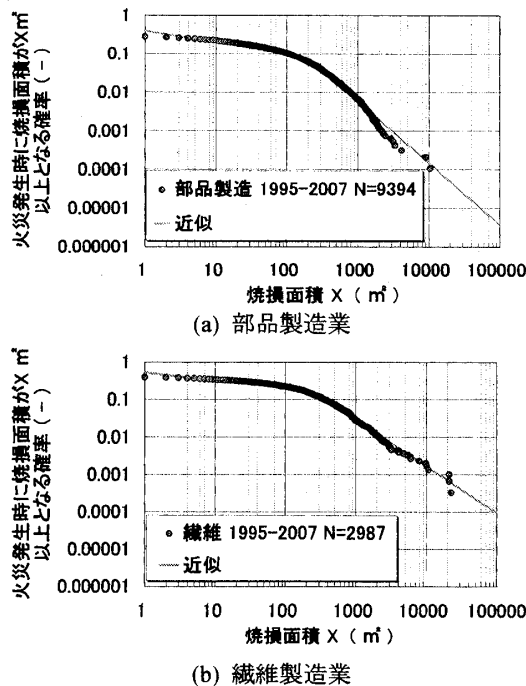


図3 焼損面積頻度分布

なお、図3に示す焼損面積頻度分布図には、近似関数曲線も合わせて示している。

焼損面積頻度分布を近似するにあたり、本研究では、中村による災害規模特性曲線の理論⁷⁾を採用した。

中村によれば、同種の事故や災害に関して、被害規模 X の対数を横軸、被害規模 X を超える累積件数 $P(X)$ の対数を縦軸にとった災害規模特性曲線を作成した場合、特性曲線

は1本または2本の直線で近似できる($P(X) = aX^b$ で近似できる)。

これに従い、本研究では、分析した22業種の焼損面積頻度分布についてそれぞれ2つのべき乗関数($P(X) = aX^b$)で近似を行った(式2)。

$$P(X) = \begin{cases} a_1 X^{b_1} & X \leq X_c \\ a_2 X^{b_2} & X > X_c \end{cases} \quad (2)$$

ここで、 X_c は2本のべき乗関数の交点での X である。 X_c および関数パラメータは、それぞれ2つのべき乗関数とプロットの残差平方和が最小となるように決定した。

表1に業種別に推定した近似曲線のパラメータを示す。右側近似曲線の b 値の絶対値が小さいほど、大規模火災の発生確率が高くなることを示す。これより、自動車、医薬品、ゴム製品製造業では、その他の業種と比較して火災拡大のリスクが高いことが分かる。

表1 近似した業種別焼損面積のパラメータ

業種別項目	標本数 N	左側近似曲線		右側近似曲線		交差点 (焼損面積(m²))
		a	b	a	b	
自動車(部品製造を除く)	263	0.223	-0.218	1.4	-0.690	46.9
半導体	721	0.331	-0.209	62.0	-1.313	114.9
電池製造	41	0.351	-0.155	465010.8	-2.150	1169.1
家電	404	0.357	-0.233	132.8	-1.235	388.2
部品製造	9394	0.401	-0.299	374.1	-1.600	191.6
製鉄・非鉄金属	1039	0.216	-0.236	3.9	-0.930	64.4
発電所	216	0.096	-0.324	7.8	-1.406	57.8
繊維	2987	0.521	-0.191	147.6	-1.235	222.5
医薬品	207	0.282	-0.186	6.1	-0.797	151.9
化学・除く石油	1206	0.302	-0.226	24.0	-1.105	145.0
プラスチック製造	1715	0.612	-0.190	367.7	-1.324	282.3
ゴム製品製造	370	0.338	-0.160	9.4	-0.846	128.3
パルプ・製紙工業	892	0.455	-0.186	166.7	-1.253	252.5
窯業	1488	0.411	-0.235	115.6	-1.411	121.3
製材および木工業	5701	0.780	-0.290	5354.7	-1.792	357.5
飲料	469	0.290	-0.207	18.8	-1.082	131.2
食料品	3174	0.526	-0.293	264.7	-1.411	260.8
印刷	797	0.338	-0.215	55.7	-1.322	101.4
石油精製	100	0.048	-0.437	19.8	-1.375	619.7
石油化学	203	0.286	-0.192	42.1	-1.339	82.6
飼料・有機質肥料製造	454	0.351	-0.169	226.5	-1.369	219.9
なめし革・同製品・毛皮製造業	248	0.424	-0.142	9.4	-0.820	97.1

4. まとめ

本研究では、火災報告データに基づき製造業22業種の焼損面積頻度分布を分析し、それぞれ関数近似を行った。

参考文献

- 1) 福島誠一郎、矢代晴実：地震ポータルフォリオ解析による多地点に配置された建物群のリスク評価、日本建築学会計画系論文集 No. 552, pp. 169-176、2002. 2
- 2) 関沢愛、海老原学、他：防災設備の地震被害と地震火災リスク評価手法、日本建築学会学術講演梗概集 A-2, pp. 131-134、2001. 7
- 3) 掛川秀史、石川裕：事業所の地震火災リスク評価手法に関する研究：日本建築学会学術講演梗概集 A-2, pp. 241-242、2001. 7
- 4) 火災予防審議会・東京消防庁：地震時における人口密集地域の災害危険要因の解明と消防対策について、火災予防審議会答申、2005. 3
- 5) 保野健治郎、難波義郎、大森豊裕、北条康正：建物火災の水損面積と物的損害に関する基礎的研究、日本建築学会計画系論文集 No. 439、pp. 1-11、1992. 9
- 6) 小林裕：建築非構造部材の地震損傷と区画外延焼危険性の増大、火災 Vol. 58 No. 1, pp. 22-27、2008. 2
- 7) 中村林二郎：安全性工学の一考察(1) -危険性-、安全工学 vol. 20, 1981

*東京海上日動リスクコンサルティング(株)

*Tokio Marine & Nichido Risk Consulting, Co., Ltd