

都市における震災要因の連鎖に関する研究

豊橋技術科学大学

○石田 裕久

同 上

堀田 浩

同 上

正 員

新納 格

同 上

正 員

栗林 栄一

1 はじめに

地震災害には連鎖性があり、一つの被害が次の被害を引き起こし、更に次の被害に結び付いていくという特徴を持っている。この地震災害が仮に膨大な人口と重要な社会機能を抱える都市に発生した時にはその影響は大変深刻である。したがって、都市災害の事前及び事後対策に対して目標、指針を与えることは大変有意義である。

そこで、本研究では、震度VIの地震に対し、建築物の災害危険度を都市震災の波及構造によって整理し定量的に震災連鎖を表現する方法を模索するとともに震後の状況想定に資することを目的とするものである。

2 FQSM法の解説¹⁾

FQSM法は、ISM法を改良したものであり、人間の頭の中の陰に存在するメンタルモデルから多階層有向グラフで示される示唆に富んだ構造モデルをシステムティックに創造する一連の過程を意味する。ISM法では、原因と結果の間に [0or1] の2値関係しか許さないものだが、FQSM法は区間 (0~1) の任意の値を許すものである。そこで、閾値条件によって2値関係と同様な判断をして構造化する。すなわち、閾値Pを設定し可到達行列 [a_{ij}] に対して

$$\begin{matrix} a_{ij} \geq P & \text{ならば} & \text{影響関係あり} \\ a_{ij} < P & \text{ならば} & \text{影響関係なし} \end{matrix} \quad \text{と判断する}$$

つまり、閾値Pの値によって、それ以下の関係のものはすべて棄却される。また、FQSM法の特徴は影響関係の重みを合理的に評価し、矢印に重みをつけて影響関係を定量的に整理できるところにある。

☆因果関係の設定

『AはBに影響を及ぼすか』に対して、1.0, 0.8, 0.6, 0.4, 0.2, 0.0を重みとして与えた。この数字自体にはなんら数値的な意味は持たせず、影響度の大・小関係を判断する記号としている。

今回の場合は本人の独断で点数付けを行った。

3 FQSM法実施建築物評価

☆建築物抽出と要因検討

用途地域より抽出した建築物(表1)に震災波及を左右する要因(表2)をあてはめて検討した。

表1 FQSM法実施建築物一覧表

1	木造住宅	二階建て
2	非木造住宅	二階建て以上
3	商店街	同上
4	事務所	同上
5	学校	同上
6	病院	同上
7	公共施設	同上
8	住宅	同上
9	事務所	同上
10	学校	同上
11	病院	同上
12	公共施設	同上
13	住宅	同上
14	事務所	同上
15	学校	同上
16	病院	同上
17	公共施設	同上
18	住宅	同上
19	事務所	同上
20	学校	同上
21	病院	同上
22	公共施設	同上
23	住宅	同上
24	事務所	同上
25	学校	同上
26	病院	同上
27	公共施設	同上
28	住宅	同上
29	事務所	同上
30	学校	同上
31	病院	同上
32	公共施設	同上
33	住宅	同上

表2 用途地域別建築可能建築物における震災波及を左右する要因検討表

1	敷地内地震	
2	基礎・土台の破壊	建物内
3	柱・梁の破壊	
4	壁の亀裂	床抜けを考慮(多層の場合)
5	天井の落下	
6	床の抜け・液打ち	外部に通じるもの
7	出入口の閉鎖	
8	窓ガラスの破壊	室内・外を考慮
9	屋内設置物の転倒	住宅の場合は家具等
10	室内の落下物	壁の亀裂・天井落下等によるもの
11	門・扉の転倒	隣接道路への影響
12	屋外の落下物	高架の看板等
13	停電	窓ガラス(高層建築の場合)
14	断水	敷地周辺の道路へ影響する
15	ガスの停止	
16	道路の不通・通行障害	敷地に隣接しているものに限る
17	電話の不通	
18	室内での出火	広域火災への影響
19	屋外下での死傷	室内・外を考慮
20	屋外下での火傷	
21	広域火災	室内出火からの影響
22	避難路の通行障害	屋外への避難を考慮
23	群衆災害	建物内・外の災害(収容人員を考慮)
24	飲料水	

☆建築物分類²⁾

表1に列挙した建築物を、表3によって各用途別に分類し、その用途より表4の建物の構造別戸数表(東京都の場合)を用いて構造別戸数(木造、鉄骨鉄筋コンクリート構造、鉄筋コンクリート構造、鉄骨構造)の検討を行い、各戸数のうち総数の10%未満の構造形態は削除したうえで、各建築物に当てはめて各構造別の分類を実施した。(表5)

表3 建築物の用途別分類表

用途	建築物番号
居住専用建築物	1, 2, 3, 4
農林水産業用建築物	24, 25, 30, 31
鉱工業用建築物	24, 25, 30, 31
公益事業用建築物	24, 25
商業用建築物	12, 13, 14, 15
サービス業用建築物	11, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 26, 27, 32, 33
公務文教用建築物	5, 6, 7, 8, 9, 10, 19
他に分類されない建築物	28, 29
店舗	12, 13, 14, 15
工場及び作業場	30, 31
倉庫	24, 25
学校の校舎	8, 10
病院・診療所	11

表4 建築物の戸数別分類表

用途	建築物の戸数(戸)				
	木造	SRC	RC	通	S
居住専用建築物	53,505	34,855	496	6,503	11,496
農林水産業用建築物	83	26	3	11	40
鉱工業用建築物	1,349	88	72	174	979
公益事業用建築物	536	40	38	115	322
商業用建築物	3,781	260	799	824	1,874
サービス業用建築物	1,026	165	88	239	512
公務文教用建築物	1,611	199	110	588	654
他に分類されない建築物	41	2	2	16	75
店舗	856	99	74	143	526
工場及び作業所	572	29	12	59	466
倉庫	816	84	17	102	561
学校の校舎	347	21	47	140	134
病院・診療所	156	8	15	68	83

表5 建築物の構造別分類表

建築物の構造	建築物番号
木造	1, 2, 5, 12, 16, 17
鉄骨鉄筋コンクリート構造	15
鉄筋コンクリート構造	3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33
鉄骨構造	4, 8, 10, 11, 15, 24, 25, 30, 31, 32, 33

☆構造別比較検討

表5で各構造別に分類した建築物について、それぞれ有向グラフによって比較検討を行なった。結果を表6, 表7, 表8に示す。また、有向グラフの一例を右図に示す。

表6 共通要因関連

要因関連	内容	備考
1-2	地震-基礎-土台の破損	すべてにおいて可能性あり
2-3	基礎-土台の破損-柱・梁の破損	
5-24	天井の落下-飲料水停止	

表7 要因関連(木造)

要因関連	内容	備考
3-5	柱・梁の破損-天井の落下	0.5の可能性で発生
3-8	柱・梁の破損-窓ガラスの破損	0.7の可能性で発生
4-8	壁の崩壊-窓ガラスの破損	0.5の可能性で発生

表8 要因関連(鉄筋コンクリート構造)

要因関連	内容	備考
3-4	柱・梁の破損-壁の崩壊	1.0の可能性で発生
4-8	壁の崩壊-窓ガラスの破損	

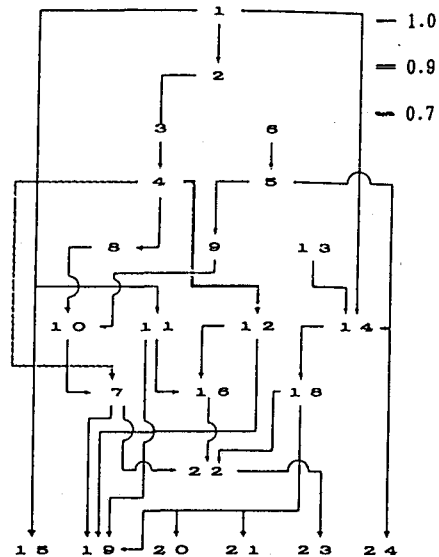


図1 有向グラフの一例(鉄筋コンクリート構造)

※図中の数字は、表2参照

4 結論

構造的にみるとやはり木造建築物の脆弱さが現れる結果となった。鉄筋コンクリート構造では壁の亀裂が発生する傾向があり、壁の亀裂・破損が窓ガラスに影響を与えるケースが多いという結果が生じた。

今回の研究では、構造・用途が違う建築物をある特定の要因で評価したために起こった結果であろうと考えられる。本研究で使用したプログラムは、参考文献1)より引用したことを付記する。

参考文献

- 1) 片山, 佐藤: 都市震災の連関及び波及構造の解明とその震災想定調査への利用に関する研究, 昭和63年度 科学研究費補助金研究成果報告書
- 2) 財) 建設物価調査会: 建築統計年報 昭和63年度版, 昭和63年8月