

## 第6編 建物関係の想定

### 6.1 検討項目

#### 6.1.1 揺れによる被害

揺れによる建物の被害を、過去事例に基づき作成した被害率曲線により、構造・建築年代・階数に応じて、財産価値の損失である全壊・半壊と構造上の被害である大破・中破に分類して算定した。

#### 6.1.2 液状化による被害

液状化した領域における建物の被害を、過去事例や杭打ちの状況等を踏まえ、構造・建築年代・階数に応じて、全壊・半壊棟数別に算定した。

#### 6.1.3 津波による被害

浸水深と建物構造との関係から、全壊・半壊・床上浸水・床下浸水棟数を算定した。

#### 6.1.4 斜面崩壊による被害

宮城県沖地震等の事例に基づき、危険箇所の危険度ランクに応じた被害率を、危険箇所における人家戸数に掛け合わせることで、全壊戸数、半壊戸数を算定した。

### 6.2 予測手法

#### 6.2.1 揺れによる建物被害の想定

##### (1) 基本方針

本調査では、阪神・淡路大震災での建物被害の実態を考慮して構築された経験的な被害予測式を利用して、木造、軽量S造、S造、RC造（SRC造を含む）の建物構造別に、建築年代別の構成を考慮しつつ、250mメッシュ（一部125mメッシュ）単位または行政区単位で全壊棟数、半壊棟数を予測した。

##### (2) 利用する被害率予測式

揺れによる建物被害予測式としては、阪神・淡路大震災の被害データをもとに作成された地表最大速度対応の建物被害予測式を利用することが考えられる。

なお、ここでは軽量S造建物について建築年代別被害率曲線が作成されていない。そこで、軽量S造全壊率曲線がS造建物の同曲線に比較的似ていることから、S造建物と同様の建築年代別被害率式を適用することにした。また、構造不明の建物は古い建物が多いと推定されることから木造建物と仮定、その他脆弱構造と考えられるレンガ、ブロックなど構造建物とあわせて、木造建物の予測式を利用することにした。

図6-1～図6-8に地表最大速度と全壊率または全半壊率の関係を示す。

なお、揺れの指標はSI値とし、被害率曲線の適用にあたっては、 $PGV=SI/1.18$ （ただし、PGV：地表最大速度）の関係<sup>1)</sup>によりSI値をPGVに換算した。

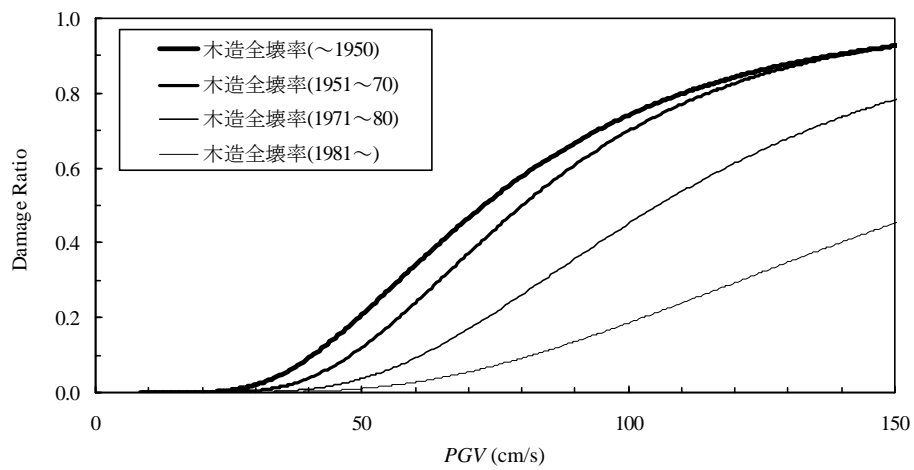


図 6-1 木造建物の全壊率に対する被害率曲線

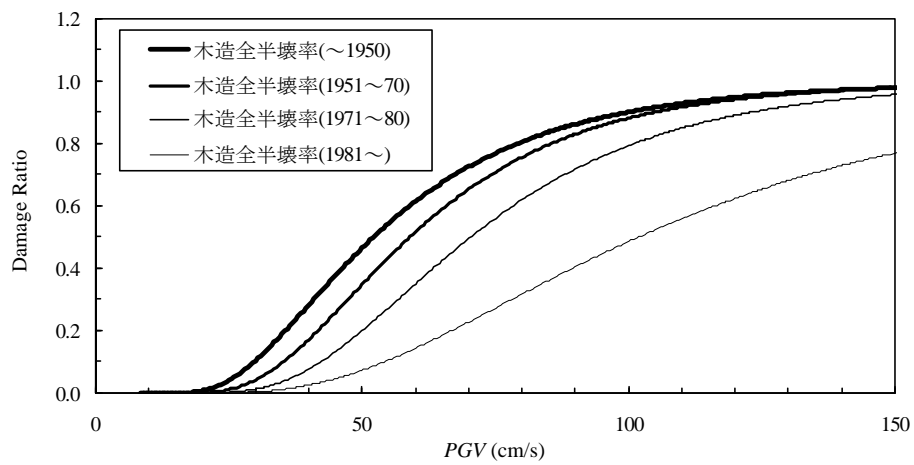


図 6-2 木造建物の全半壊率に対する被害率曲線

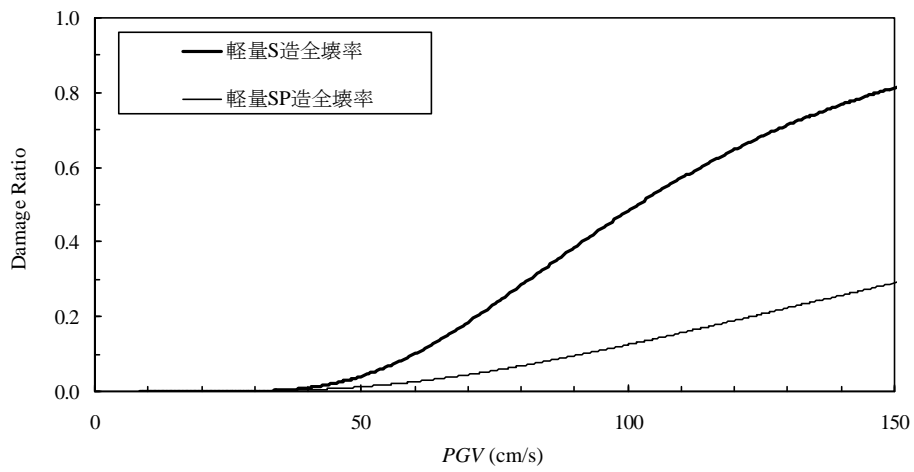


図 6-3 軽量 S 造建物の全壊率に対する被害率曲線

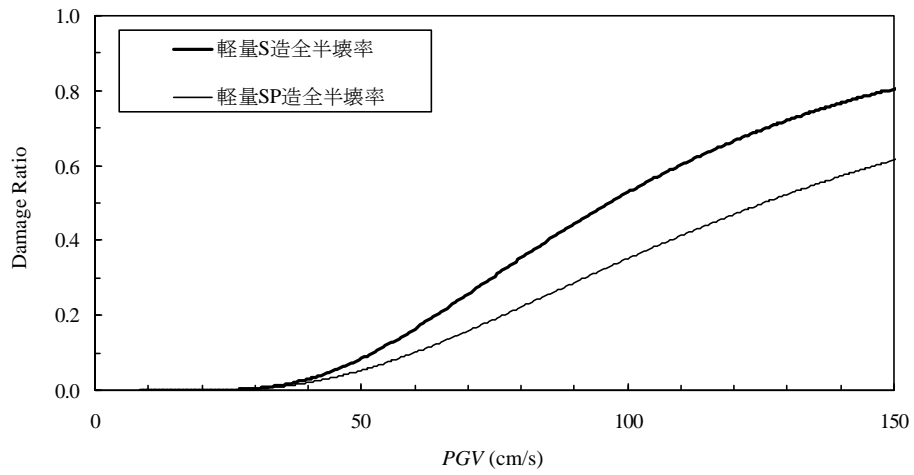


図 6-4 軽量 S 造建物の全半壊率に対する被害率曲線

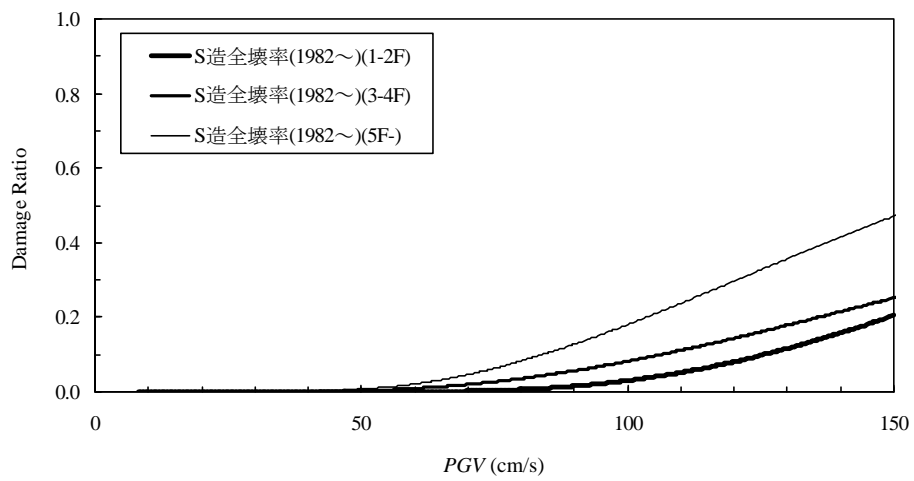
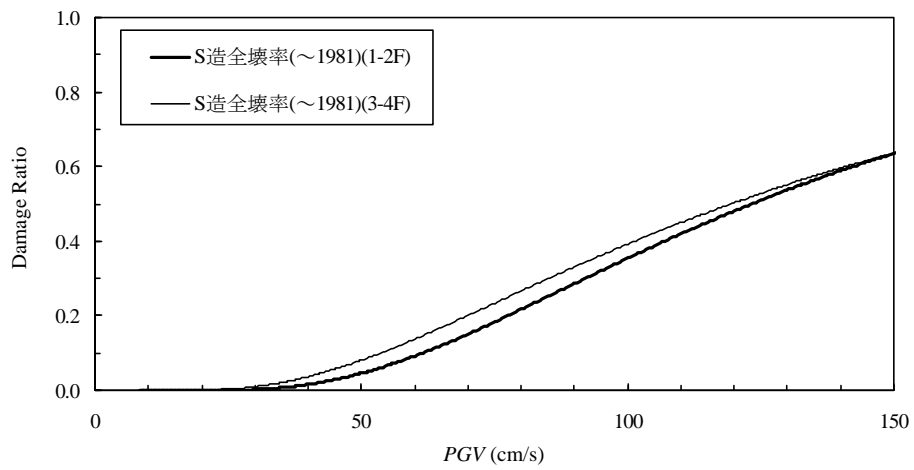


図 6-5 S 造建物の全壊率に対する被害率曲線

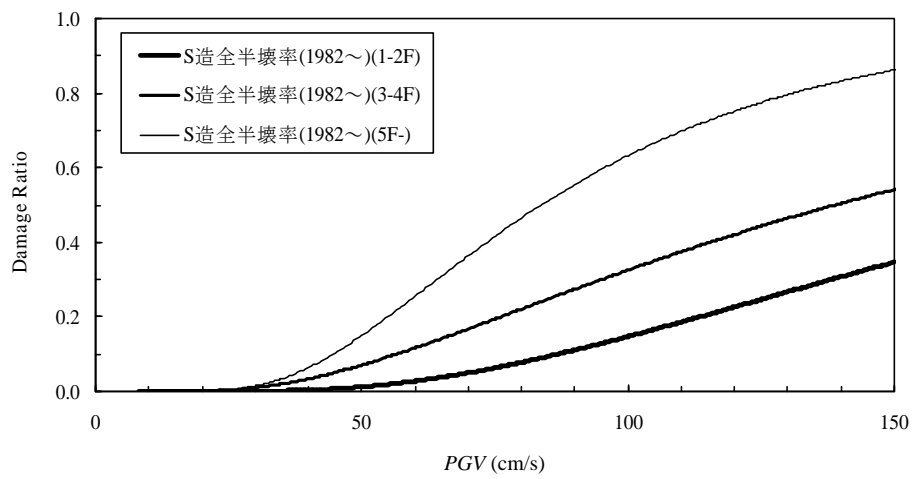
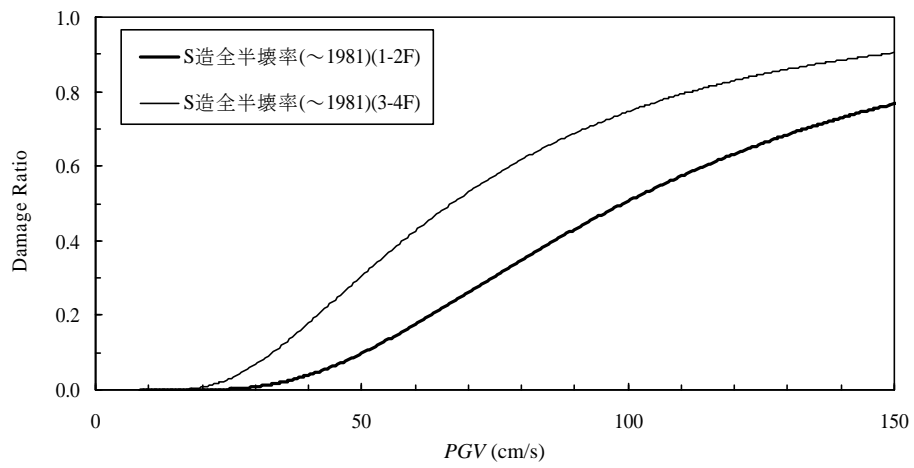


図 6-6 S 造建物の全半壊率に対する被害率曲線

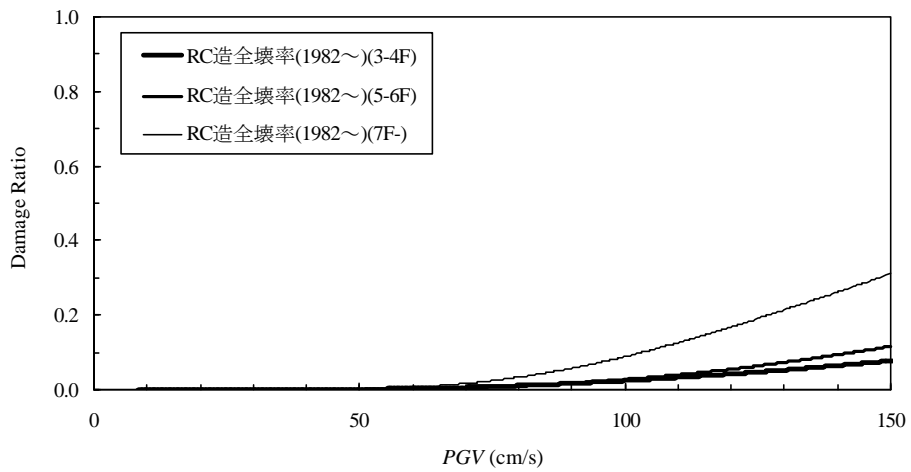
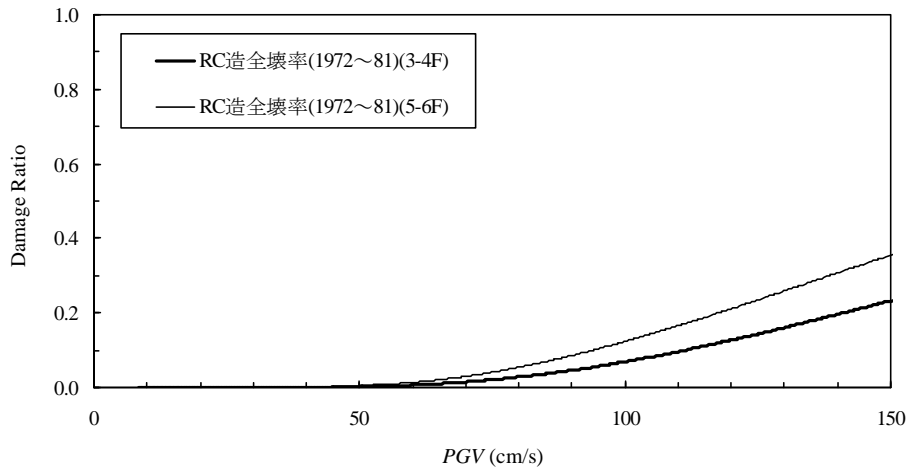
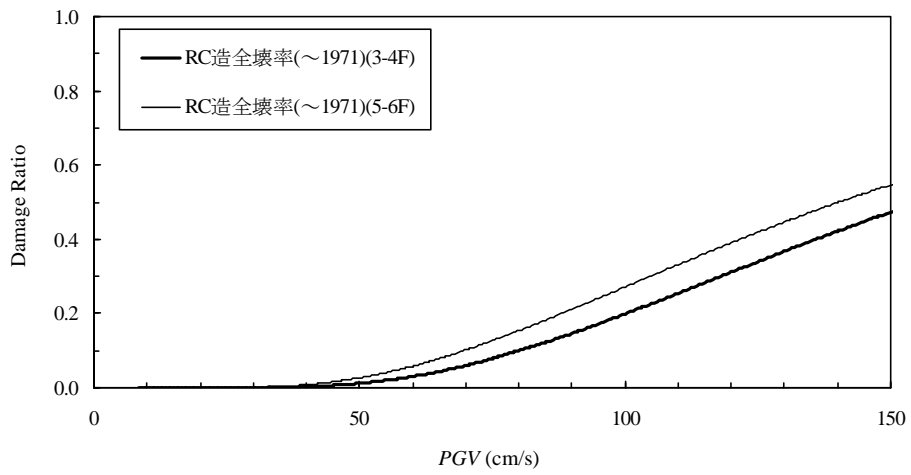


図 6-7 RC 造建物の全壊率に対する被害率曲線

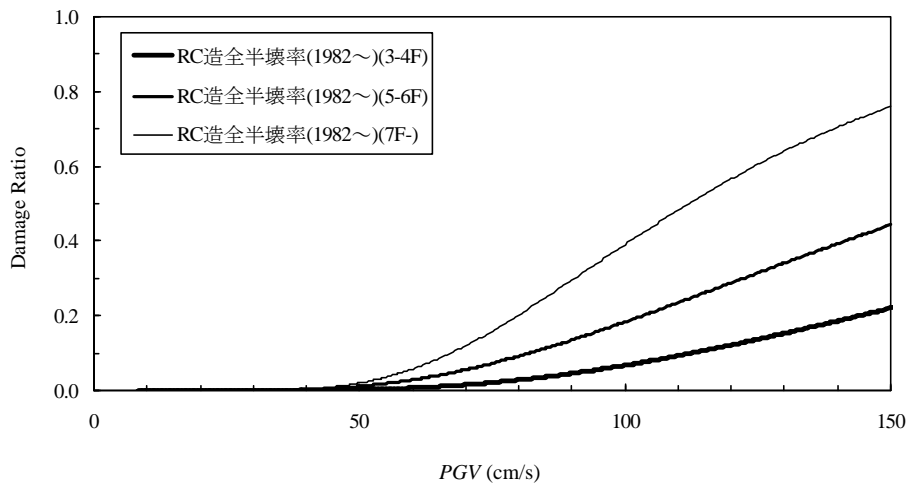
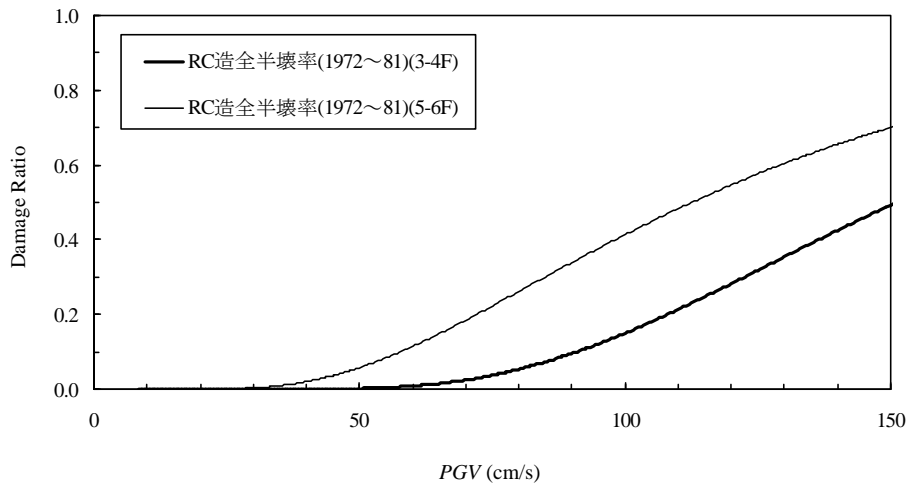
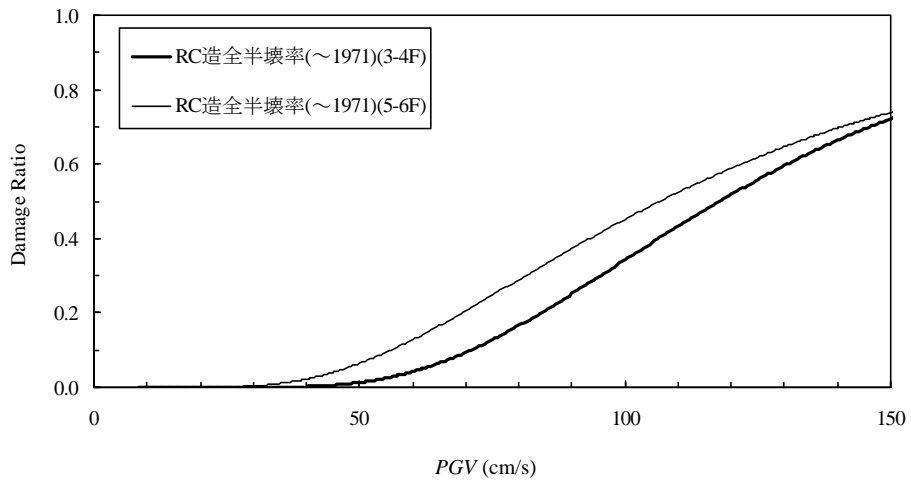


図 6-8 RC 造建物の全半壊率に対する被害率曲線

## 6.2.2 液状化による建物被害の想定

### (1) 基本方針

液状化による建物被害予測としては、「地盤の液状化危険度」毎に「液状化による建物被害率」を設定するという経験手法を用いることとする。木造、非木造建物の2区分毎に被害予測を行うこととし、また、建物の基礎様式の違いによって、液状化被害率が異なることが明らかになっていることから、本想定でもこの要因を考慮することとする。

### (2) 被害率の設定

関東大震災、新潟地震、日本海中部地震の事例をもとに、液状化した領域における構造別の全壊率・半壊率を算定した。その際、非木造建物については杭打ち率を考慮した。

#### 1) 木造建物の被害率

木造建物の被害率は築年代別に表 6-1 のとおりとした。昭和 29 年以前は関東大震災の被害率を適用することとし、昭和 30 年～昭和 45 年までは新潟地震、昭和 46 年以降は日本海中部地震の被害率を適用することとした。

表 6-1 木造建物の被害率

建築年代	全壊率 (%)	半壊率 (%)
S29 年以前	13.0	13.0
S30 年～45 年	11.0	15.0
S46 年以降	9.0	21.0

#### 2) 非木造建物の被害率

非木造建物の被害率は、建築年代・杭打ち状況をもとに表 6-2 のように設定した。昭和 59 年「地震力に対する建築物の設計指針」（日本建築センター編）により、一般の建物について地震時の基礎構造についての設計方法が規定されたため、昭和 60 年以降で杭打ちされていれば、被害はないとした。

なお、本調査で用いた杭打ち率を表 6-3 に示した。

表 6-2 非木造建物の被害率

年代区分	全壊率 (%)	半壊率 (%)
S59 年以前	23	30
S60 年以降	杭あり建物：0	杭あり建物：0
	杭なし建物：23	杭なし建物：30

表 6-3 利用する構造別杭打ち率

区分	RC (SRC を含む) 造			S 造		
	支持杭	摩擦杭	直接基礎	支持杭	摩擦杭	直接基礎
1～3 階	45%	0%	55%	10%	5%	85%
4 階以上	70%	10%	20%	50%	5%	45%



### (3) 被害要因毎の建物被害予測の重複について

揺れ、液状化による建物被害の重複を除くため、まず始めに、液状化が発生すると予測される面積上に存在する建物を対象に液状化による被害棟数を算出し、その後、行政区毎に液状化非発生面積上の建物を対象にして揺れ被害を予測することにより、1棟の建物が両被害にカウントされることを防ぐこととする。

たとえば、昭和59年以前の非木造建物については、メッシュの液状化面積率が18%の場合、次の式により求めた。

$$\text{(昭和59年以前の非木造全半壊棟数)} = \text{(昭和59年以前の非木造建物棟数)} \times 0.23 \times 0.18$$

## 6.2.3 津波による建物被害の想定

### (1) 被害率の設定

浸水深（地盤標高からの水深）と建物被害の関係については、既往地震津波について検討した津波高と被害の関係（首藤(1992)<sup>2)</sup>）に基づき、表6-4の通り被害を設定した。

表 6-4 浸水深と被害の関係

被害区分	浸水深	
	木造	非木造
全壊	$2.0\text{m} \leq H$	—
半壊	$1.0\text{m} \leq H < 2.0\text{m}$	—
床上浸水	$0.5\text{m} \leq H < 1.0\text{m}$	$0.5\text{m} < H$
床下浸水	$H < 0.5\text{m}$	$H < 0.5\text{m}$

なお、河川遡上に伴う浸水による場合は流速が弱まっているため、家屋は破壊に至らないと考え、床上浸水数として評価した。

### (2) 被害量の想定

10mメッシュ単位の浸水状況から、住宅地図をもとに各10mメッシュに含まれる建物棟数をカウントすることで、表6-4に基づく被害区分ごとの被害量を算定した。

## 6.2.4 斜面崩壊による建物被害の想定

### (1) 被害率の設定

危険度ランク別の斜面崩壊確率および斜面崩壊した場合の全壊率・半壊率を設定した。ただし、急傾斜地の被害危険性で推定される危険度はA, B, Cといった相対的ランクであるため、この危険度ランクと過去地震における急傾斜地の被害率の関係を結びつける必要がある。静岡県(2001)では、1978年宮城県沖地震の事例をもとに表6-5に示す危険度ランク別崩壊率を、1978年宮城県沖地震と伊豆大島近海地震の事例をもとに表6-6に示す斜面崩壊時の全壊率・半壊率を設定しており、本想定でもこれらの結果を用いることとした。

表 6-5 危険度ランク別崩壊確率

危険度ランク	崩壊確率 (%)
Aランク	95
Bランク	10
Cランク	0

表 6-6 斜面崩壊時の全壊率・半壊率

被害区分	～震度4	震度5弱	震度5強	震度6弱	震度6強	震度7
全壊率	0%	6%	12%	18%	24%	30%
半壊率	0%	14%	28%	42%	56%	70%

### (2) 被害量の算定

斜面崩壊の判定結果および震度から求められる被害率に、急傾斜地崩壊危険箇所、山腹崩壊危険地区における人家戸数を掛け合わせることで被害量を算定した。

$$(\text{被害戸数}) = (\text{人家戸数}) \times (\text{崩壊確率}) \times (\text{崩壊時の被害率})$$

## 6.2.5 木造建物の建て方および密集度合いを考慮した補正

本調査では、旧田原町内の木造建物の建て方および密集度合いによる被害の相違を考慮するため、行政区ごとの木造建物一棟当たりの平均延べ床面積および木造建物密集度を用いて、重み係数 ( $\omega_i$ ) を設定した。設定した重み係数を表 6-7 に示した。設定した重み係数を用いて、以下に示す式により、木造建物の全壊棟数、半壊棟数、大破棟数、中破棟数の補正を行った。

$$W_i = \frac{W_i' \times \omega_i}{\sum_{i=1}^{73} W_i' \times \omega_i} \times \sum_{i=1}^{73} W_i'$$

ここで、 $W_i$  : 行政区コード  $i$  における補正後の木造建物被害棟数

$W_i'$  : 行政区コード  $i$  における補正前の木造建物被害棟数

$\omega_i$  : 行政区コード  $i$  における重み係数

表 6-7 旧田原町の行政区ごとの重み係数

行政区 コード	行政区名	よみがな	重み係数 ( $\omega_i$ )	行政区 コード	行政区名	よみがな	重み係数 ( $\omega_i$ )
1	相川	あいかわ	0.52	38	南町	みなみまち	1.05
2	谷熊	やぐま	1.47	39	谷ノ口	やのくち	0.98
3	やぐま台	やぐまだい	2.46	40	東ヶ谷	とうがや	0.76
4	豊島	としま	2.88	41	芦	あし	1.41
5	吉胡	よしご	2.01	42	南	みなみ	1.23
6	浦	うら	2.68	43	彦田	ひこた	1.48
7	波瀬	はぜ	3.93	44	雲明	くもみよう	3.02
8	片浜	かたはま	0.75	45	保井	ほい	0.85
9	白谷	しろや	0.73	46	東馬草	ひがしまくさ	6.99
10	加治	かじ	2.73	47	山ノ神	やまのかみ	4.22
11	大久保	おおくぼ	1.42	48	西馬草	にしまくさ	3.56
12	一番東	いちばんひがし	10.43	49	今方	いまかた	0.86
13	一番西	いちばんにし	7.63	50	北海道	きたかいどう	5.34
14	衣笠	きぬがさ	5.37	51	野田市場	のだいちば	3.50
15	三番組	さんばんぐみ	8.54	52	仁崎	にさき	0.59
16	四番組	よんばんぐみ	6.91	53	長上	ちようじよう	0.23
17	萱町一区	かやまちいっく	8.82	54	久美原	ぐみはら	0.46
18	萱町二区	かやまちにく	24.59	55	浜田	はまだ	1.38
19	萱町三区	かやまちさんく	29.30	56	百々	どうどう	0.73
20	本町	ほんまち	28.03	57	新浜	にいほま	0.81
22	新町	しんまち	22.66	58	西浦	にしうら	0.17
23	蔵王	ざおう	0.05	59	蔵王東ヶ丘	ざおうひがしがおか	17.78
24	東藩頭	ひがしたきがしら	3.21	60	蔵王南ヶ丘	ざおうみなみがおか	17.49
25	八軒家	はちけんや	7.28	61	大草団地	おおくさだんち	2.33
26	藤七原	とうしちばら	3.57	62	姫見台	ひめみだい	2.16
27	鎌田	かまた	3.11	63	赤石	あかいし	3.76
28	川岸	かわぎし	6.98	64	サンコート	さんこーと	0.28
29	漆田一区	うるしだいっく	4.08	65	漆田三区	うるしださんく	20.72
30	漆田二区	うるしだにく	23.21	66	東赤石	ひがしあかいし	2.95
31	神戸市場	かんべいちば	1.36	67	ほると台	ほるとだい	1.52
32	青津	あおづ	1.01	68	木綿台	もめんだい	7.42
33	希望が丘	きぼうがおか	1.82	69	光崎	こうさき	7.48
34	赤松	あかまつ	1.43	70	吉胡台	よしごだい	4.45
35	志田	しだ	1.33	71	緑が浜	みどりがはま	0.02
36	新美	にいのみ	0.99	72	姫島	ひめしま	0.00
37	大草	おおくさ	1.20	73	白浜	しらはま	0.00

### 6.3 被害予測結果

#### 6.3.1 揺れ・液状化による被害

行政区ごとの全壊棟数を図 6-9 に、半壊棟数を図 6-10 に示した。

#### 6.3.2 斜面崩壊による被害

崖下の全壊棟数を図 6-11 に、半壊棟数を図 6-12 に示した。

- 
- 1) 童華南, 山崎文雄ほか：実地震被害例による家屋被害推定式の構築, 土木学会第 49 回学術講演概要集, 1994.
  - 2) 首藤伸夫：津波強度と被害, 津波工学研究報告, 第 9 号, 平成 4 年 3 月

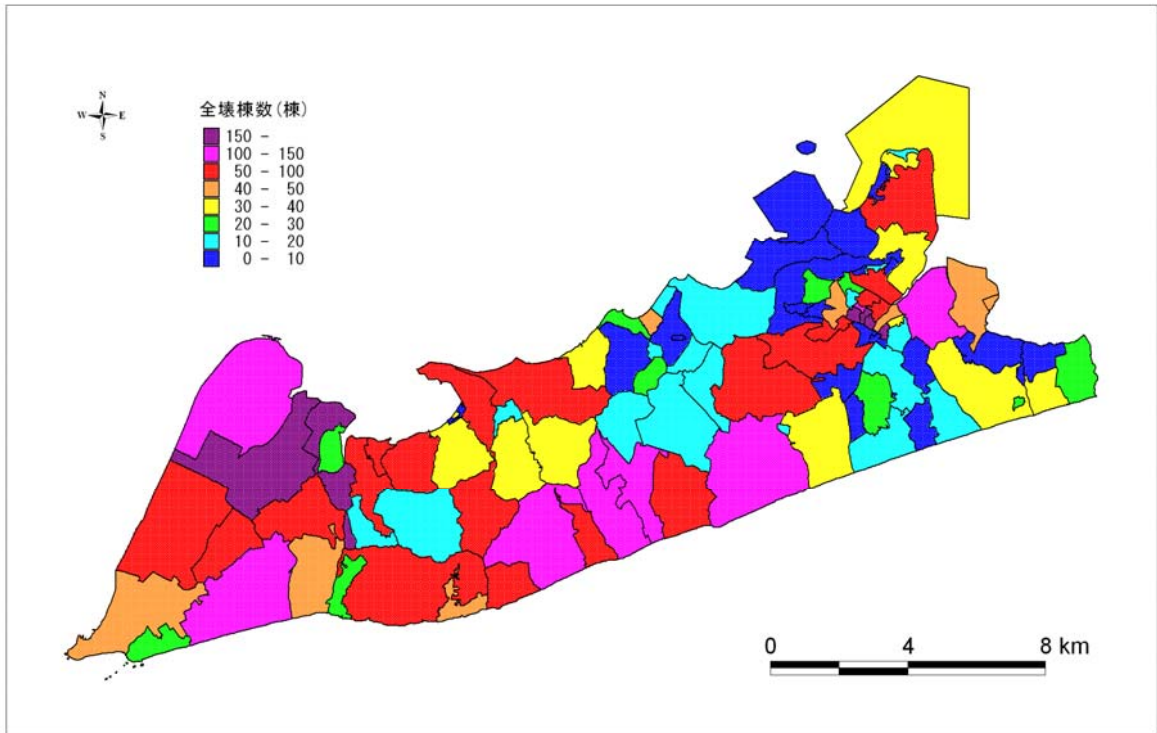


図 6-9 揺れ・液状化による全壊棟数（東海地震・東南海地震・南海地震同時発生）

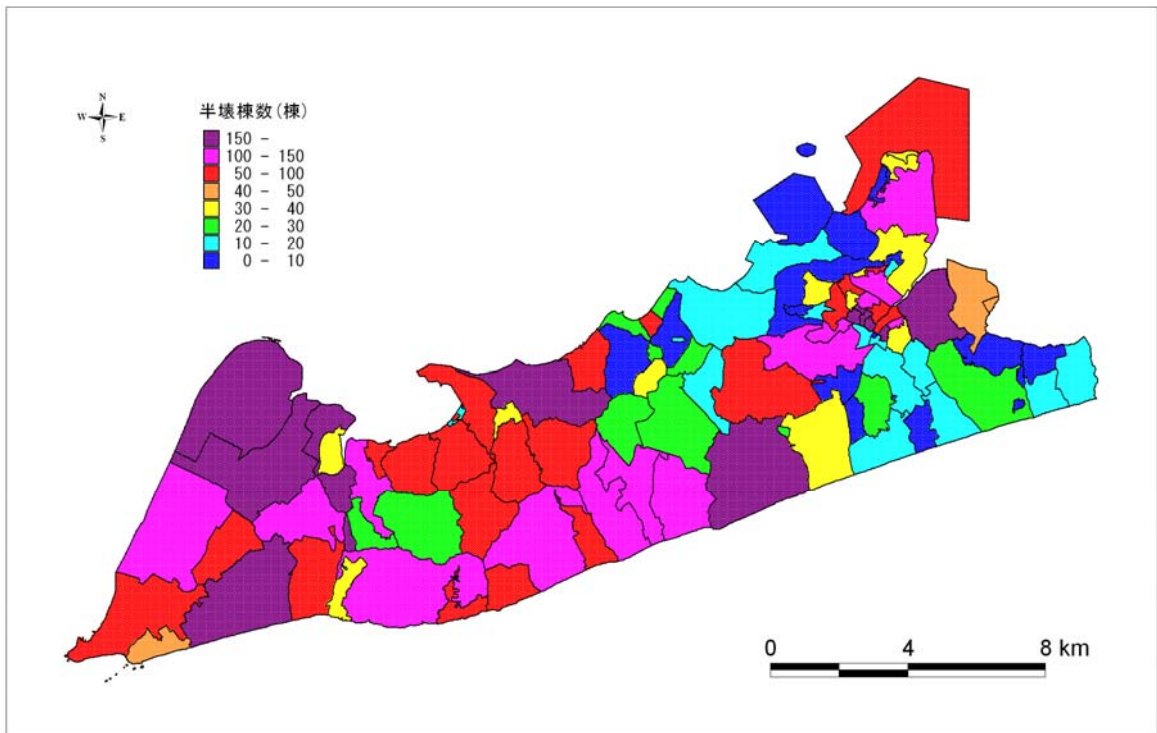


図 6-10 揺れ・液状化による半壊棟数（東海地震・東南海地震・南海地震同時発生）

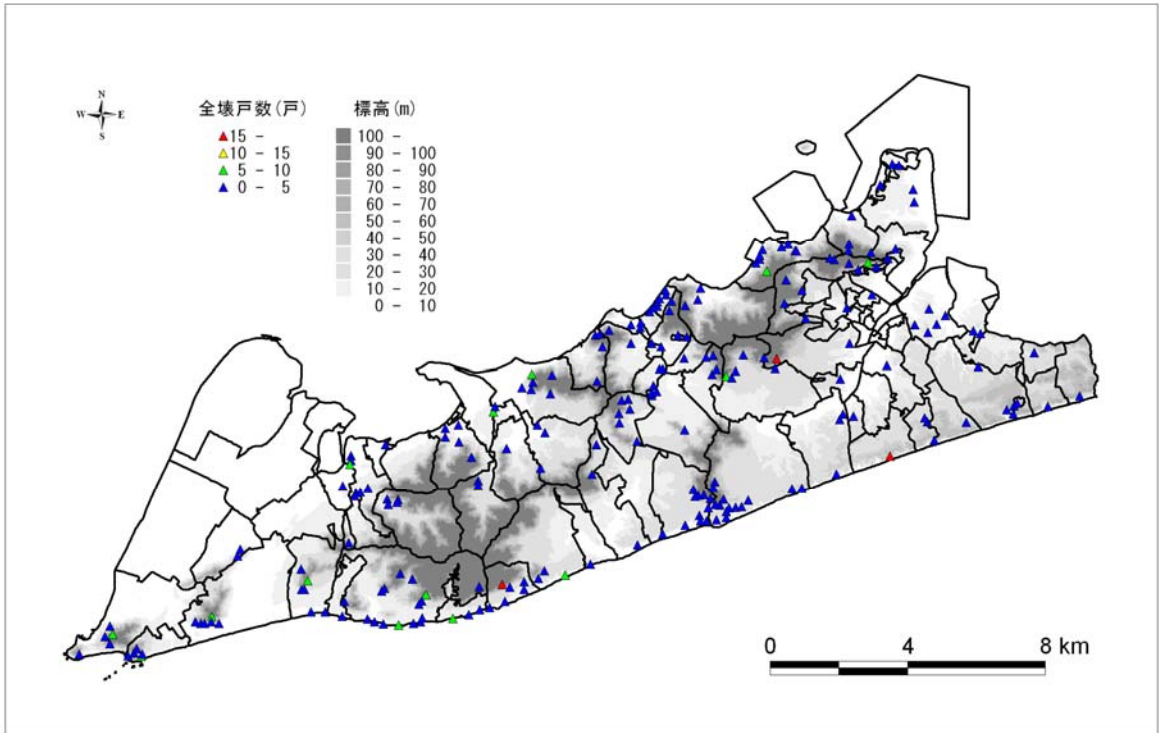


図 6-11 斜面崩壊による全壊戸数（東海地震・東南海地震・南海地震同時発生）

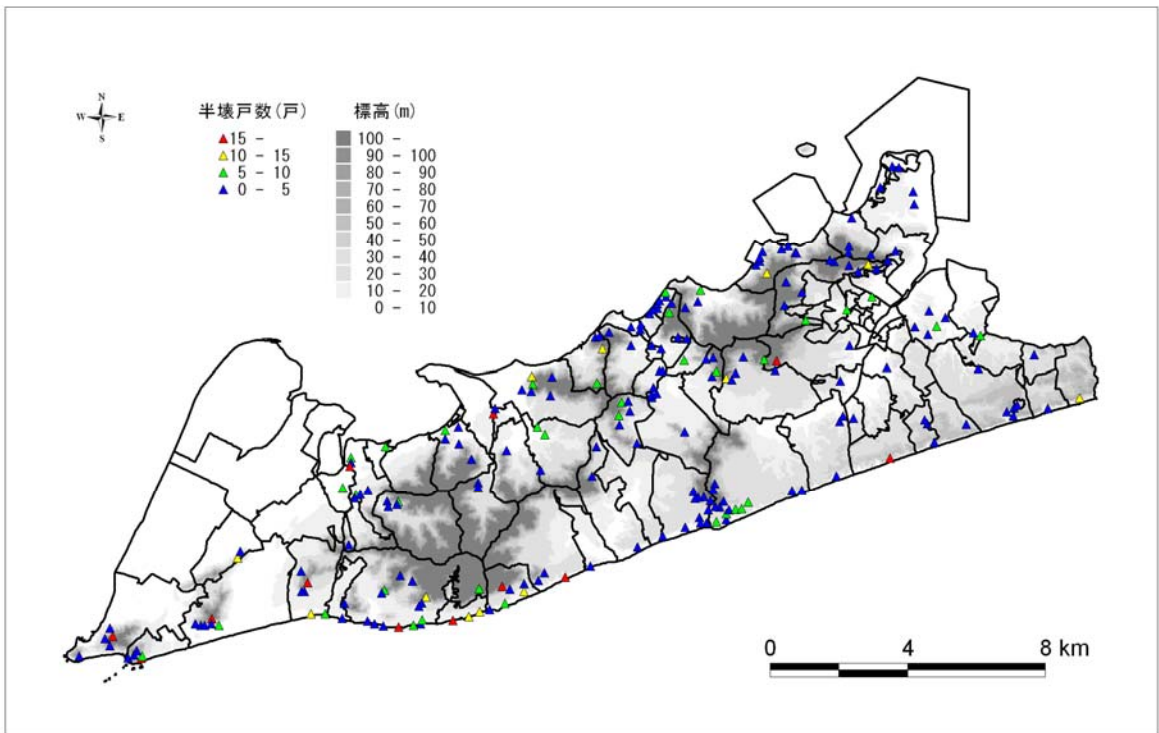


図 6-12 斜面崩壊による半壊戸数（東海地震・東南海地震・南海地震同時発生）