

被害想定^①の検討手法

目 次

1. 建物被害想定	2
1.1 揺れによる建物被害	2
1.2 液状化による建物被害	6
1.3 津波による建物被害	11
1.4 急傾斜地による建物被害	13
1.5 地震火災による建物被害	17
1.6 ダブルカウントの除去	29
2. 屋外転倒、落下物の発生	35
2.1 ブロック塀等の転倒	35
2.2 自動販売機の転倒	37
2.3 屋外落下物の発生	39
3. 人的被害	41
3.1 建物倒壊による人的被害	41
3.2 津波による人的被害	45
3.3 急傾斜地崩壊による人的被害	51
3.4 火災による人的被害	53
3.5 ブロック塀による人的被害	56
3.6 自動販売機の転倒による人的被害	57
3.7 屋外落下物による人的被害	59
3.8 屋内収容物移動・転倒による人的被害	62
3.9 屋内落下物による人的被害	66
3.10 揺れによる建物被害に伴う要救助者	69
3.11 津波被害に伴う要救助者	71

1. 建物被害想定

建物被害は、「揺れによる被害」、「液状化による被害」、「津波による被害」、「地震火災による被害」について全壊棟数・半壊棟数を算出する。各項目について全壊棟数・半壊棟数を算出した後、個別被害件数を区分するため、これからダブルカウントを除去して建物被害想定を算出する。

1.1 揺れによる建物被害

1.1.1 想定概要

揺れによる建物被害は、計測震度及び構造別・建築年次別の建物棟数より、建物の全壊・半壊棟数を算出する。

1.1.2 予測手法

揺れによる建物被害について、全壊・全半壊棟数は、計測震度及び構造別・建築年次別の建物棟数と被害曲線から求める。半壊棟数は、全半壊棟数から全壊棟数を除いた値を半壊棟数として求める。

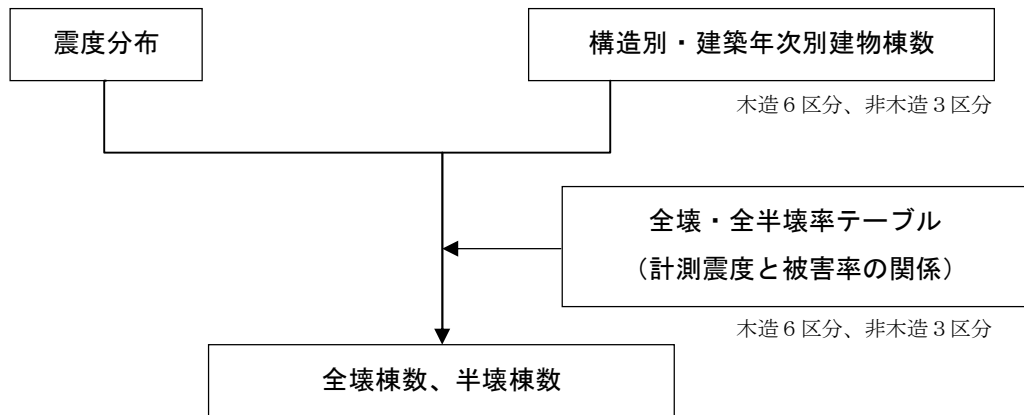


図 1.1.1 揺れによる被害予測フロー

揺れによる建物被害は、以下の構造別・建築年次別に算出する。

表 1.1.1 揺れによる被害に用いる建築年次区分

構造別	建築年次別
木造建物	昭和 37 年 (1962 年) 以前
	昭和 38 年 (1963 年) ~ 昭和 46 年 (1971 年)
	昭和 47 年 (1972 年) ~ 昭和 55 年 (1980 年)
	昭和 56 年 (1981 年) ~ 平成 元年 (1989 年)
	平成 2 年 (1990 年) ~ 平成 13 年 (2001 年)
	平成 14 年 (2002 年) 以降
非木造建物	昭和 46 年 (1971 年) 以前
	昭和 47 年 (1972 年) ~ 昭和 55 年 (1980 年)
	昭和 56 年 (1981 年) 以降

揺れによる建物被害は、計測震度に対する全壊率・全半壊率より算出する。

$$(\text{全壊棟数}) = (\text{建物棟数}) \times (\text{全壊率})$$

$$(\text{全半壊棟数}) = (\text{建物棟数}) \times (\text{全半壊率})$$

$$(\text{半壊棟数}) = (\text{全半壊棟数}) - (\text{全壊棟数})$$

全壊率・全半壊率は以下の「計測震度～全壊率曲線」及び「計測震度～全半壊曲線」より求める。

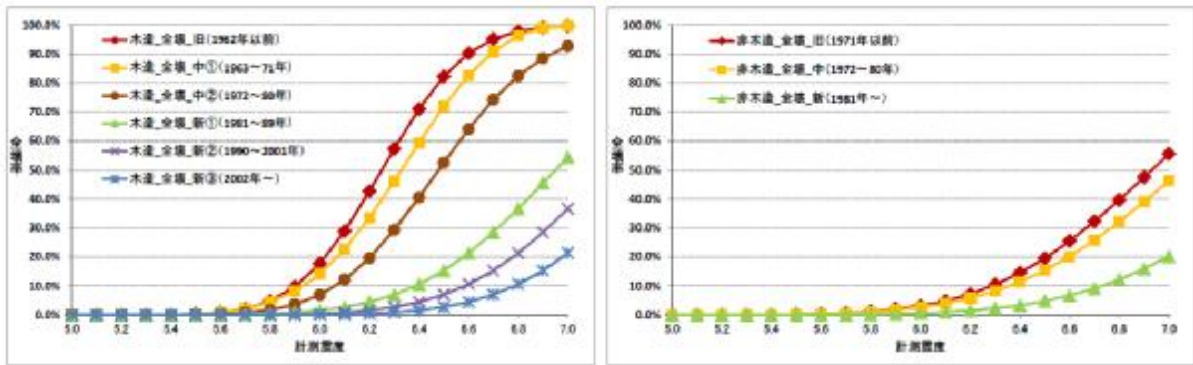


図 1.1.2 計測震度～全壊率曲線（左：木造建物 右：非木造建物）

出典：南海トラフの巨大地震の被害想定項目及び手法の概要（中央防災会議：平成 25 年 3 月）

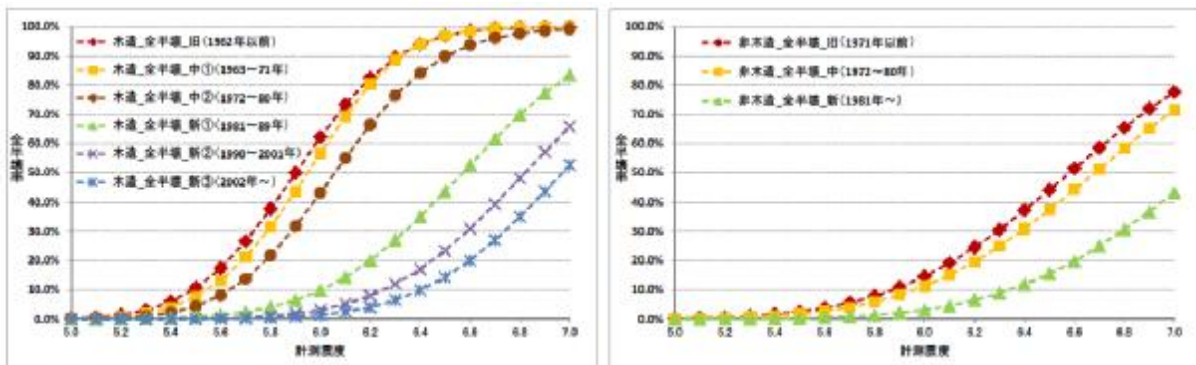


図 1.1.3 計測震度～全半壊率曲線（左：木造建物 右：非木造建物）

出典：南海トラフの巨大地震の被害想定項目及び手法の概要（中央防災会議：平成 25 年 3 月）

表 1.1.2 計測震度～全壊率

計測震度	木造(全壊率)						非木造(全壊率)		
	旧築年	中築年①	中築年②	新築年①	新築年②	新築年③	旧築年	中築年	新築年
	～1962 (～S37)	1963～71 (S38-46)	1972～80 (S47-55)	1981～89 (S56-H1)	1990～01 (H2-13)	2002～ (H14 -)	～1971 (～S46)	1972～80 (S47-55)	1981～ (S56～)
5.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5.1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5.2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5.3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5.4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5.5	0.003	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	0.000
5.6	0.008	0.008	0.003	0.001	0.000	0.000	0.004	0.004	0.001
5.7	0.021	0.021	0.008	0.002	0.000	0.000	0.007	0.006	0.001
5.8	0.048	0.043	0.017	0.004	0.001	0.000	0.012	0.010	0.002
5.9	0.097	0.082	0.036	0.009	0.002	0.000	0.020	0.017	0.004
6.0	0.177	0.142	0.069	0.015	0.004	0.001	0.031	0.026	0.006
6.1	0.289	0.227	0.122	0.027	0.009	0.002	0.048	0.039	0.010
6.2	0.427	0.336	0.196	0.044	0.015	0.004	0.072	0.058	0.015
6.3	0.573	0.462	0.293	0.070	0.027	0.009	0.104	0.082	0.023
6.4	0.711	0.594	0.406	0.106	0.044	0.015	0.145	0.114	0.033
6.5	0.823	0.720	0.525	0.153	0.070	0.027	0.195	0.154	0.048
6.6	0.903	0.827	0.641	0.213	0.106	0.044	0.255	0.202	0.067
6.7	0.952	0.909	0.743	0.285	0.153	0.070	0.323	0.258	0.091
6.8	0.979	0.964	0.825	0.367	0.213	0.106	0.397	0.322	0.122
6.9	0.992	0.992	0.886	0.455	0.285	0.153	0.476	0.391	0.159
7.0	0.997	0.997	0.928	0.545	0.367	0.213	0.556	0.463	0.202

出典：南海トラフの巨大地震の被害想定項目及び手法の概要（中央防災会議：平成 25 年 3 月）

表 1.1.3 計測震度～全半壊率

計測震度	木造(全半壊率)						非木造(全半壊率)		
	旧築年	中築年①	中築年②	新築年①	新築年②	新築年③	旧築年	中築年	新築年
	～1962 (～S37)	1963～71 (S38-46)	1972～80 (S47-55)	1981～89 (S56-H1)	1990～01 (H2-13)	2002～ (H14 -)	～1971 (～S46)	1972～80 (S47-55)	1981～ (S56～)
5.0	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000
5.1	0.006	0.003	0.002	0.000	0.000	0.000	0.004	0.002	0.000
5.2	0.014	0.008	0.004	0.001	0.000	0.000	0.006	0.004	0.001
5.3	0.030	0.019	0.010	0.002	0.000	0.000	0.010	0.007	0.001
5.4	0.059	0.039	0.021	0.004	0.001	0.000	0.016	0.011	0.002
5.5	0.106	0.075	0.043	0.008	0.001	0.000	0.025	0.018	0.003
5.6	0.174	0.131	0.080	0.014	0.003	0.001	0.037	0.027	0.006
5.7	0.266	0.211	0.137	0.024	0.005	0.002	0.055	0.040	0.009
5.8	0.377	0.315	0.217	0.040	0.010	0.004	0.078	0.058	0.014
5.9	0.500	0.438	0.317	0.064	0.018	0.008	0.108	0.082	0.021
6.0	0.623	0.568	0.432	0.098	0.031	0.014	0.146	0.112	0.031
6.1	0.734	0.694	0.551	0.143	0.051	0.024	0.191	0.150	0.045
6.2	0.826	0.803	0.665	0.200	0.079	0.040	0.245	0.196	0.064
6.3	0.894	0.888	0.764	0.270	0.119	0.064	0.305	0.249	0.088
6.4	0.941	0.941	0.842	0.350	0.170	0.098	0.372	0.309	0.118
6.5	0.970	0.970	0.899	0.437	0.234	0.143	0.442	0.374	0.155
6.6	0.986	0.986	0.937	0.527	0.309	0.200	0.515	0.443	0.198
6.7	0.994	0.994	0.962	0.616	0.393	0.270	0.586	0.514	0.249
6.8	0.998	0.998	0.977	0.699	0.482	0.350	0.655	0.585	0.306
6.9	0.999	0.999	0.987	0.773	0.572	0.437	0.720	0.653	0.367
7.0	1.000	1.000	0.992	0.836	0.659	0.527	0.777	0.716	0.433

出典：南海トラフの巨大地震の被害想定項目及び手法の概要（中央防災会議：平成 25 年 3 月）

1.1.3 予測式

$$\begin{aligned}(\text{全壊棟数}) &= (\text{建物棟数}) \times (\text{全壊率}) \\(\text{全半壊棟数}) &= (\text{建物棟数}) \times (\text{全半壊率}) \\(\text{半壊棟数}) &= (\text{全半壊棟数}) - (\text{全壊棟数})\end{aligned}$$

1.1.4 使用データ

- ①建物棟数（市町村固定資産税台帳）
- ②住宅・階数・構造区分別集計（市町村固定資産税台帳）
- ③土地利用現況調査（都市計画基礎調査）

1.2 液状化による建物被害

1.2.1 想定概要

液状化の建物被害は、液状化の沈下量及び、構造別・建築年次別の建物棟数から建物の全壊・半壊棟数を算出する。

1.2.2 予測手法

液状化による建物被害は、建物棟数に液状化沈下量と構造別・建物年次別の建物被害率を乗じて全壊・半壊棟数を求める。

建物被害率は、建物の構造で異なるため、木造建物は年代別に、非木造建物は杭有り建物と杭なし建物別に算出する。また、非木造建物における杭あり建物は3階建て以上の建物とした。

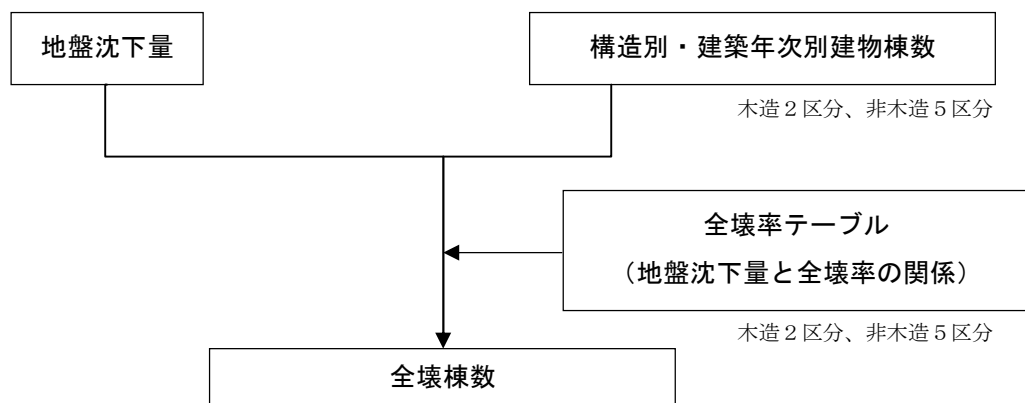


図 1.2.1 液状化による被害予測フロー

$$\begin{aligned} \text{全壊棟数} &= \text{建物棟数} \times \text{全壊率} \\ \text{半壊棟数} &= \text{建物棟数} \times \text{半壊率} \end{aligned}$$

(1) 液状化による被害に用いる建築年次区分

液状化による建物被害は、以下の構造別・建築年次別に算出する。

表 1.2.1 揺れによる被害に用いる建築年次区分

構造別		建築年次別
木造建物		昭和 55 年 (1980 年) 以前
		昭和 56 年 (1981 年) 以降
非木造建物	杭なし	全年代
	杭あり	昭和 49 年 (1974 年) 以前
		昭和 50 年 (1975 年) ~ 昭和 58 年 (1983 年)
		昭和 59 年 (1984 年) 以降

(2) 液状化による建物被害

液状化による建物被害は、液状化沈下量に対する建築年次別の地盤沈下量～全壊率曲線、地盤沈下量～全半壊率曲線から全壊率・全半壊率を求め、建物棟数にこれに乗じて算出する。

1) 木造建物

被害曲線は、以下に基づき設定する。

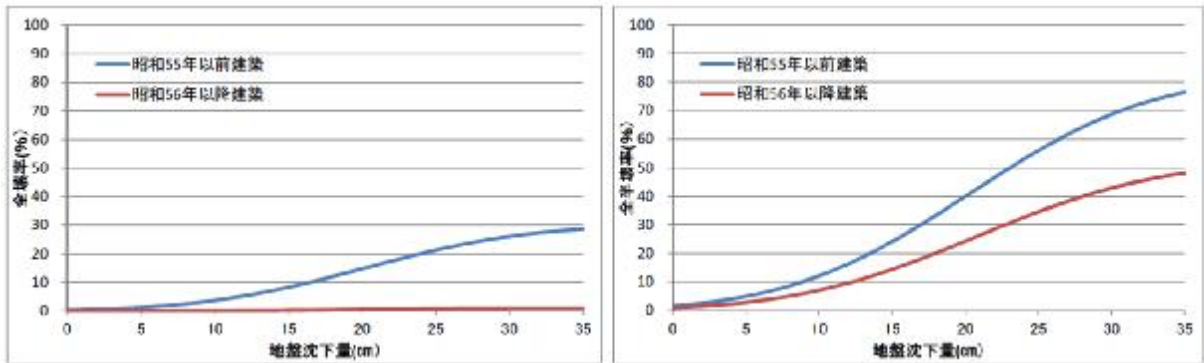


図 1.2.2 木造建物（左：地盤沈下量～全壊率曲線 右：地盤沈下量～全半壊率曲線）

出典：南海トラフの巨大地震の被害想定項目及び手法の概要（中央防災会議：平成 25 年 3 月）

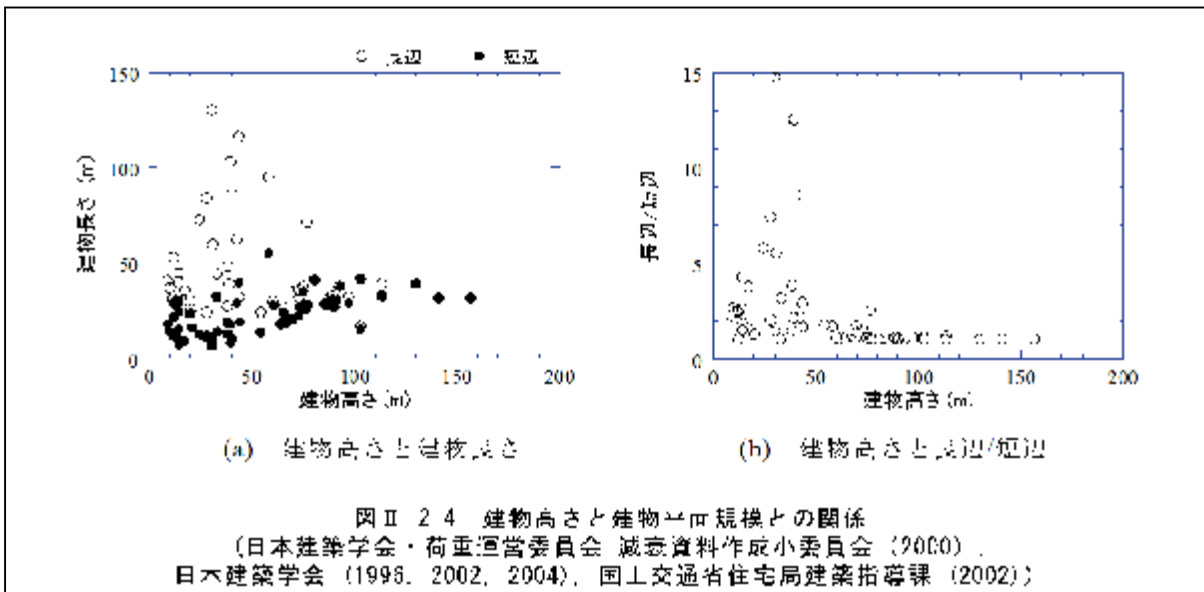
2) 非木造建物

被害曲線は、以下に基づき設定する。

(a) 杭の有無

非木造建物の杭無しは、非木造 1~2 階建ての建物（低層建物）と仮定する。また、以下の（参考）に基づき、非木造のアスペクト比の大きい小規模建物は非木造の 3 階以上の建物の一割とする。

（参考）「地盤と建物の相互作用効果が地震時の建物応答に与える影響（H24.9）」



(非木造杭無し建物棟数)

= (市区町村別の非木造 1 階~2 階建棟数)

(非木造杭有り：非木造のアスペクト比の大きい小規模建物棟数)

= (市区町村別の非木造 3 階以上建棟数 × 0.1)

(非木造その他の杭有り棟数)

= (非木造建物棟数) - (非木造杭無し建物棟数)

- (非木造杭有り)

(b) 杭無し

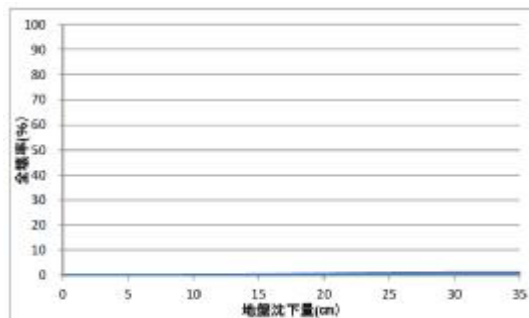


図 1.2.3 非木造建物曲線（地盤沈下量～全壊率曲線（杭なし））

*東北地方太平洋沖地震における浦安市の事例を参考すると、ほぼ木造（昭和 56 年以降建築）と同様の被害傾向であるため、木造（昭和 56 年以降建築）の被害率を適用

(c) 杭あり：アスペクト比の大きい小規模建物
 (短辺方向の杭のスペンが1-2割程度の中低層建物)

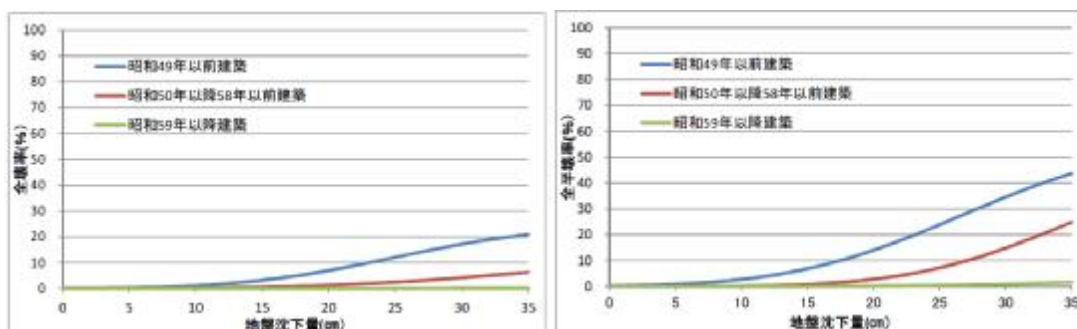


図 1.2.4 非木造建物 (左：地盤沈下量－全壊率曲線 右：地盤沈下量－全半壊率曲線)

出典：南海トラフの巨大地震の被害想定項目及び手法の概要 (中央防災会議：平成 25 年 3 月)

$$\begin{aligned} \text{(全壊棟数)} &= \text{(建物棟数)} \times \text{(全壊率)} \\ \text{(全半壊棟数)} &= \text{(建物棟数)} \times \text{(全半壊率)} \\ \text{(半壊棟数)} &= \text{(全半壊棟数)} - \text{(全壊棟数)} \end{aligned}$$

(d) 杭あり (上記以外のその他杭有り)

非木造建物の 6 階以上については、半壊以上の被害は無いものとする。

(3) 液状化に伴う地盤沈下量の推定方法

液状化に伴う地盤の沈下量 S は、建築基礎構造設計指針(2001)に示されている補正 N 値と繰返しせん断ひずみの関係を用いて、補正 N 値と応力比のプロット点に対応する繰返しせん断ひずみを隣接する γ_{cy} 曲線の対数補間により求める。

このとき、繰返しせん断ひずみ 8%の曲線より左側にプロットされる場合には $\gamma_{cy} = 8\%$ とし、0.5%より右側にプロットされる場合には、 $\gamma_{cy} = 0.5\%$ とする。

ここで、繰返しせん断ひずみ γ_{cy} を体積ひずみ ε_{vi} として読み替え、沈下量 S を次式で推定する。

$$S = (H_i \times \varepsilon_{vi}), \quad i = 1 \sim n$$

S : 沈下量

H_i : $FL < 1.0$ となる砂質土層 i の層厚

ε_{vi} : $FL < 1.0$ となる砂質土層 i の体積ひずみ

n : $FL < 1.0$ となる砂質土層数

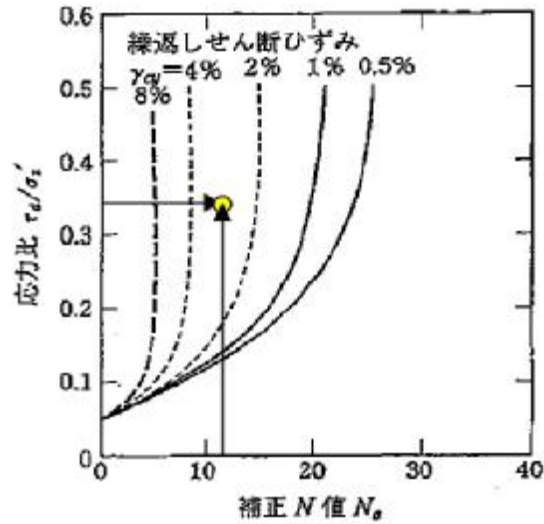


図 1.2.5 補正 N 値と繰返しせん断ひずみの関係

(建築基礎構造設計指針(2001), p. 66, 補正 N 値と繰返しせん断ひずみの関係図に加筆)

1.2.3 予測式

$$\begin{aligned}
 (\text{全壊棟数}) &= (\text{建物棟数}) \times (\text{全壊率}) \\
 (\text{全半壊棟数}) &= (\text{建物棟数}) \times (\text{全半壊率}) \\
 (\text{半壊棟数}) &= (\text{全半壊棟数}) - (\text{全壊棟数})
 \end{aligned}$$

1.2.4 使用データ

- ①液状化沈下量 (平成 25 年 8 月 8 日部会決定事項に基づき、今回計算)
- ②建物棟数 (市町村固定資産税台帳)
- ③住宅・階数・構造区分別集計 (市町村固定資産税台帳)
- ④土地利用現況調査 (都市計画基礎調査)

1.3 津波による建物被害

1.3.1 想定概要

津波の被害は、津波による浸水深さと建物棟数より、津波浸水域の建物の全壊・半壊棟数を算出する。

1.3.2 予測手法

津波による建物被害は、人口集中地区とそれ以外の地区で津波浸水深による建物被害（全壊・半壊棟数）を算出する。

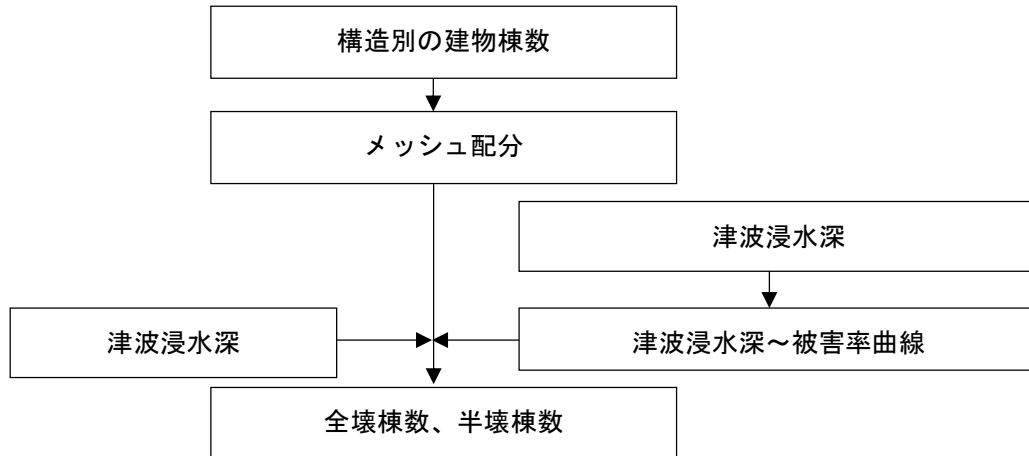


図 1.3.1 津波による被害の想定フロー

$$\begin{aligned} \text{全壊棟数} &= \text{建物棟数} \times \text{津波による全壊率} \\ \text{半壊棟数} &= \text{建物棟数} \times \text{津波による半壊率} \end{aligned}$$

(1) メッシュ配分

津波浸水深は 10m メッシュ、建物棟数は最小 50m メッシュとしているため、建物被害想定は、津波浸水域の 10m メッシュの中心座標を含む 50m メッシュに津波浸水深の平均値を与えて、50m メッシュ単位で実施する。

(2) 津波による建物被害

津波による建物被害は、以下に示す人口集中地区とそれ以外の地区での、津波浸水深～被害率曲線より、津波水深別の全壊・全半壊・半壊率の関係をを用いて建物構造別に全壊・半壊棟数を求める。

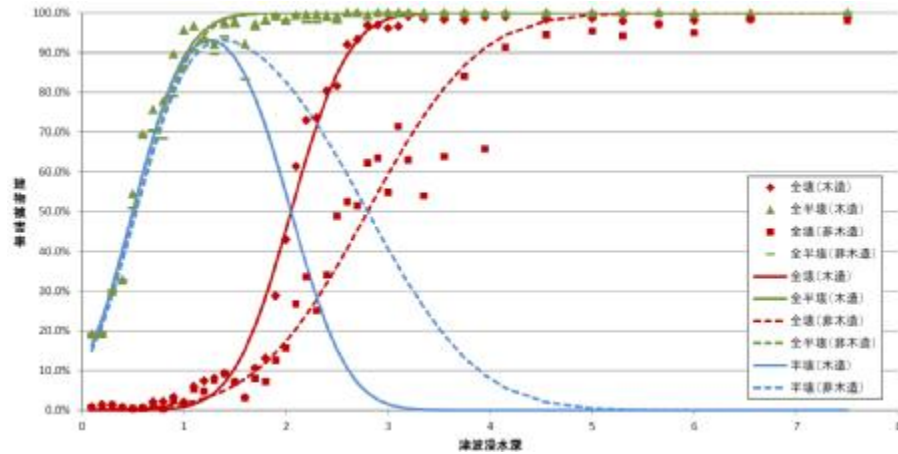


図 1.3.2 津波浸水深～被害率曲線（人口集中地区）

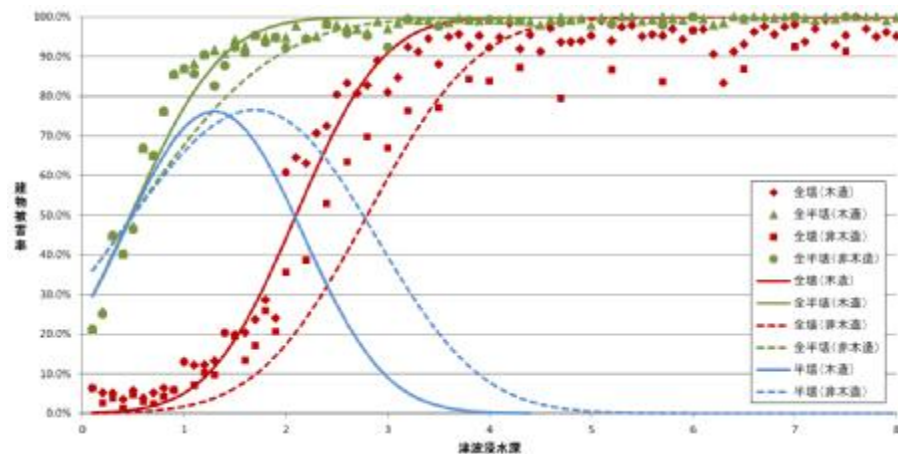


図 1.3.3 津波浸水深～被害率曲線（人口集中地区以外）

出典：南海トラフの巨大地震の被害想定項目及び手法の概要（中央防災会議：平成 25 年 3 月）

1.3.3 予測式

(全壊棟数) = (建物棟数) × (津波による全壊率)

(半壊棟数) = (建物棟数) × (津波による半壊率)

1.3.4 使用データ

- ①津波浸水深（平成 25 年 8 月 20 日公表）
- ②建物棟数（市町村固定資産税台帳）
- ③土地利用現況調査（都市計画基礎調査）

1.4 急傾斜地崩壊による建物被害

1.4.1 想定概要

急傾斜地崩壊による被害は、急傾斜地崩壊危険箇所の耐震性危険度ランクより、メッシュ別に震度階より地震時危険度ランクを求め、これと急傾斜地崩壊危険区域内の建物棟数よりその全壊・半壊棟数を算出する。

1.4.2 予測手法

急傾斜地崩壊による建物被害は、以下に示すように各急傾斜地エリアをメッシュに配分し、その耐震性危険度ランクと震度階より急傾斜地崩壊の地震時危険度ランクを算出し、メッシュ内の建物戸数に地震時危険度ランク別の崩壊確率と崩壊地における震度階別全壊率・半壊率より、急傾斜地崩壊による全壊・半壊棟数を求める。

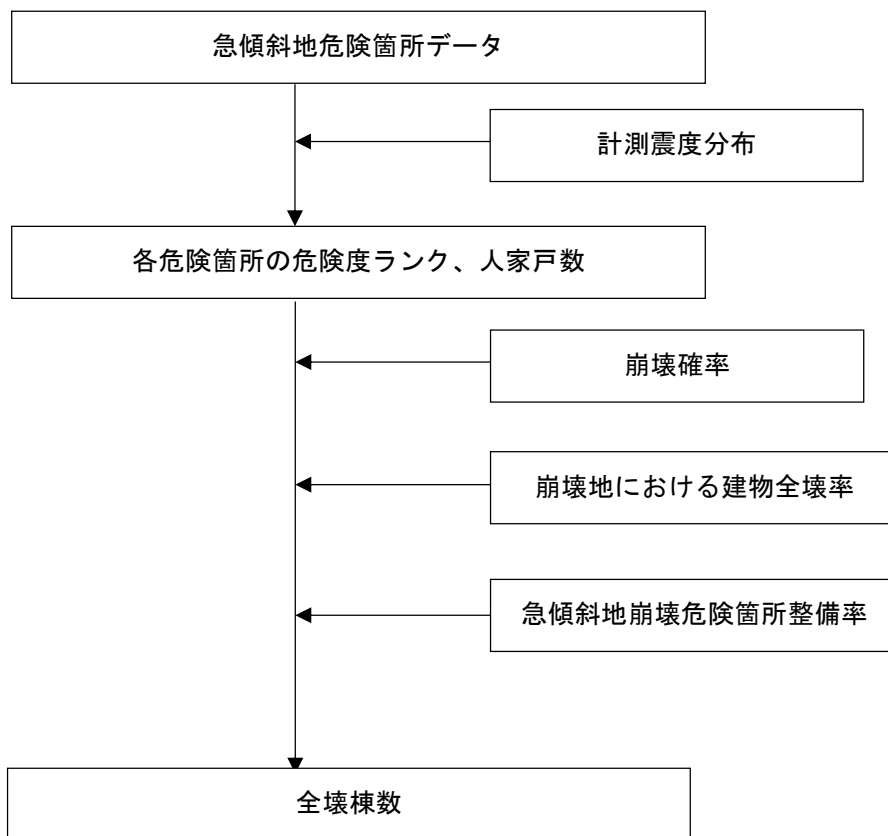


図 1.4.1 急傾斜地崩壊による被害予測フロー

急傾斜地崩壊による全壊棟数・半壊棟数

$$\begin{aligned} &= \text{建物棟数} \times \text{地震時危険度ランク別崩壊確率} \\ &\quad \times \text{崩壊地における震度別建物全壊率・半壊率} \\ &\quad \times (1 - (\text{大阪府の急傾斜地崩壊危険箇所整備率})) \end{aligned}$$

(1) 急傾斜地震災害対策危険度判定基準の点数

急傾斜地震災害対策危険度判定基準の点数は、以下に示す評価基準に基づいて、各項目のデータより評価点数を算出し集計する。

表 1.4.1 急傾斜地震災害対策危険度判定基準の点数

大項目	小項目		点数
	データ項目		
①斜面高(H)m	・斜面の高さ	$50 \leq H$	10
		$30 \leq H < 50$	8
		$10 \leq H < 30$	7
		$H < 10$	3
②斜面勾配(α)	・傾斜度	$59^\circ \leq \alpha$	7
		$45^\circ \leq \alpha < 59^\circ$	4
		$\alpha < 45^\circ$	1
③オーバーハング	・横断形状	オーバーハングあり	4
		オーバーハングなし	0
④斜面の地盤	・地表の状況	亀裂が発達、開口しており転石、浮石が点在する	10
		風化、亀裂が発達した岩である	6
		礫混じり土、砂質土	5
		粘質土	1
		風化、亀裂が発達していない岩である	0
⑤表土の厚さ	・表土の厚さ	0.5m以上	3
		0.5m未満	0
⑥湧水	・湧水	有	2
		無	0
⑦落石・崩壊頻度	・崩壊履歴	新しい崩壊地がある	5
		古い崩壊地がある	3
		崩壊地は認められない	0

出典：南海トラフの巨大地震の被害想定項目及び手法の概要（中央防災会議：平成25年3月）

(2) 震度による危険度ランクの判定

震度による危険度ランクの判定は以下の判定基準を使用する。

表 1.4.2 急傾斜地危険箇所の地震時危険度ランク判定基準

震度 \ 基準要素点	13点以下	14～23点	24点以上
6強以上	A	A	A
6弱	B	A	A
5強	C	B	A
5弱	C	C	B
4	C	C	C

出典：南海トラフの巨大地震の被害想定項目及び手法の概要（中央防災会議；平成 25 年 3 月）

(3) 崩壊確率

危険度ランク別崩壊確率は以下のとおりとする。

表 1.4.3 地震時危険度ランク別崩壊確率

ランク	崩壊確率
A	10%
B	0%
C	0%

出典：南海トラフの巨大地震の被害想定項目及び手法の概要（中央防災会議；平成 25 年 3 月）

(4) 崩壊地における震度別全壊率・半壊率

崩壊地における震度別建物全壊率・半壊率は以下を使用する。

表 1.4.4 崩壊地における震度階別建物全壊・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
大破率	0	0.06	0.12	0.18	0.24	0.30
中破率	0	0.14	0.28	0.42	0.56	0.70

出典：南海トラフの巨大地震の被害想定項目及び手法の概要（中央防災会議；平成 25 年 3 月）

(5) 急傾斜地崩壊危険箇所整備率

大阪府の急傾斜地崩壊危険箇所整備率は、「今後の土砂災害対策の進め方 検討委員会」（2012年、大阪府）より、以下を使用する。

表 1.4.5 急傾斜地崩壊危険箇所整備率（大阪府）

	要対策箇所	整備済数	整備率	残箇所数
土石流	1,009	342	33.9%	667
急傾斜	683	169	24.7%	514
地すべり	145	13	9.0%	132
合計	1,837	524	28.5%	1,313

なお、全壊棟数・半壊棟数は市区町村別、構造別（木造・非木造）に集計するものとする。

1.4.3 予測式

$$\begin{aligned} & \text{(急傾斜地崩壊による全壊棟数・半壊棟数)} \\ & = \text{(建物棟数)} \times \text{(地震時危険度ランク別崩壊確率)} \\ & \quad \times \text{(崩壊地における震度別建物全壊率・半壊率)} \\ & \quad \times \{1 - \text{(大阪府の急傾斜地崩壊危険箇所整備率)}\} \end{aligned}$$

ここで建物棟数は危険度ランク A と判定された急傾斜の 10m 以内人家戸数とする。

1.4.4 使用データ

- ① 傾斜地崩壊危険箇所及び耐震性危険度ランク（大阪府）
- ② 震度階（平成 25 年 8 月 8 日部会決定事項）
- ③ 危険箇所内建物戸数（市町村固定資産税台帳）
- ④ 土地利用現況調査（都市計画基礎調査）

1.5 地震火災による被害

1.5.1 想定概要

地震時には、その直後に、出火が同時多発するとともに、通信不能による覚知の遅れ、道路寸断、消防水利の損傷・不足等で消防活動が阻害されるほか、延焼も伴って大規模な火災災害の発生が危惧される。

地震火災による被害は、これらの要因を踏まえて延焼シミュレーションを行い、全体の焼失棟数を算出する。

1.5.2 予測手法

地震火災による被害は、建物棟数とその被害予測結果より、地震時の揺れや建物被害等の様々な出火要因も踏まえて、全出火件数を算出し、これより初期消火や地域消防力を活用しても消火できなかった残火災件数を求め、この件数から延焼シミュレーションを行って、全体の焼失棟数を算出する。具体的には、以下の手順により実施した。

- ・全出火の出火要因は、一般火気器具、電熱器具、電気機器・配線、漏洩ガス等がある。
- ・全出火（地震直後3日間を基本）のうち、家人、隣人等による初期消火活動で消火できずに残った火災を炎上出火とする。
- ・炎上出火のうち、消防署所や消防団、自主防災組織による消火活動で消火されずに残った火災を延焼出火（残火災）として取り扱い、延焼について評価する。
- ・延焼出火から広がる延焼範囲は、不燃領域率による延焼危険度の判定式（大阪府地震被害想定調査，1997、大阪府自然災害総合防災対策検討，2007）を用いて決定する。なお、延焼範囲については、延焼遮断帯等についても、考慮する。
- ・延焼範囲内の焼失棟数は、**CVF** と焼失面積のシミュレーション結果（防災まちづくり総プロ，国土交通省 2003）に基づき算定する。

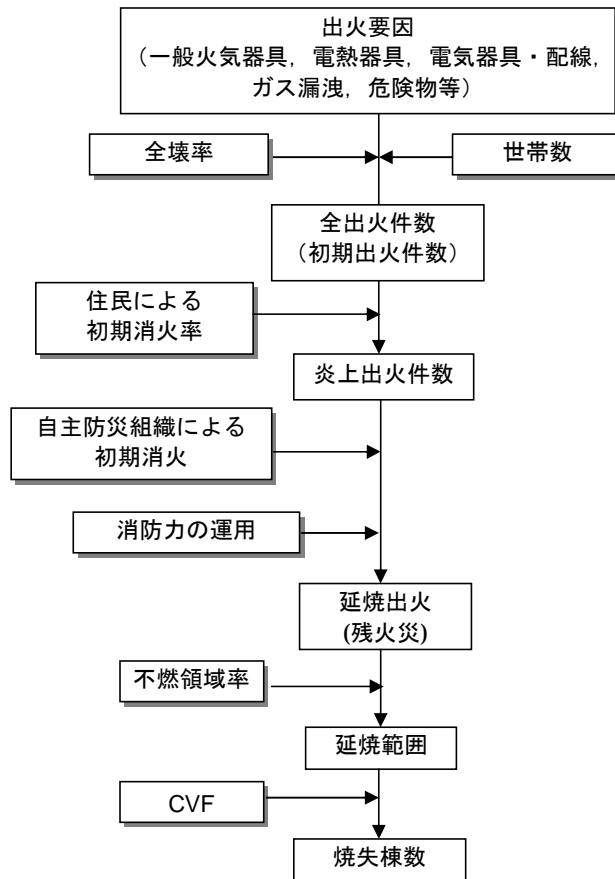


図 1.5.1 出火・延焼・焼失棟数の予測フロー

(1) 想定時間帯と風速条件

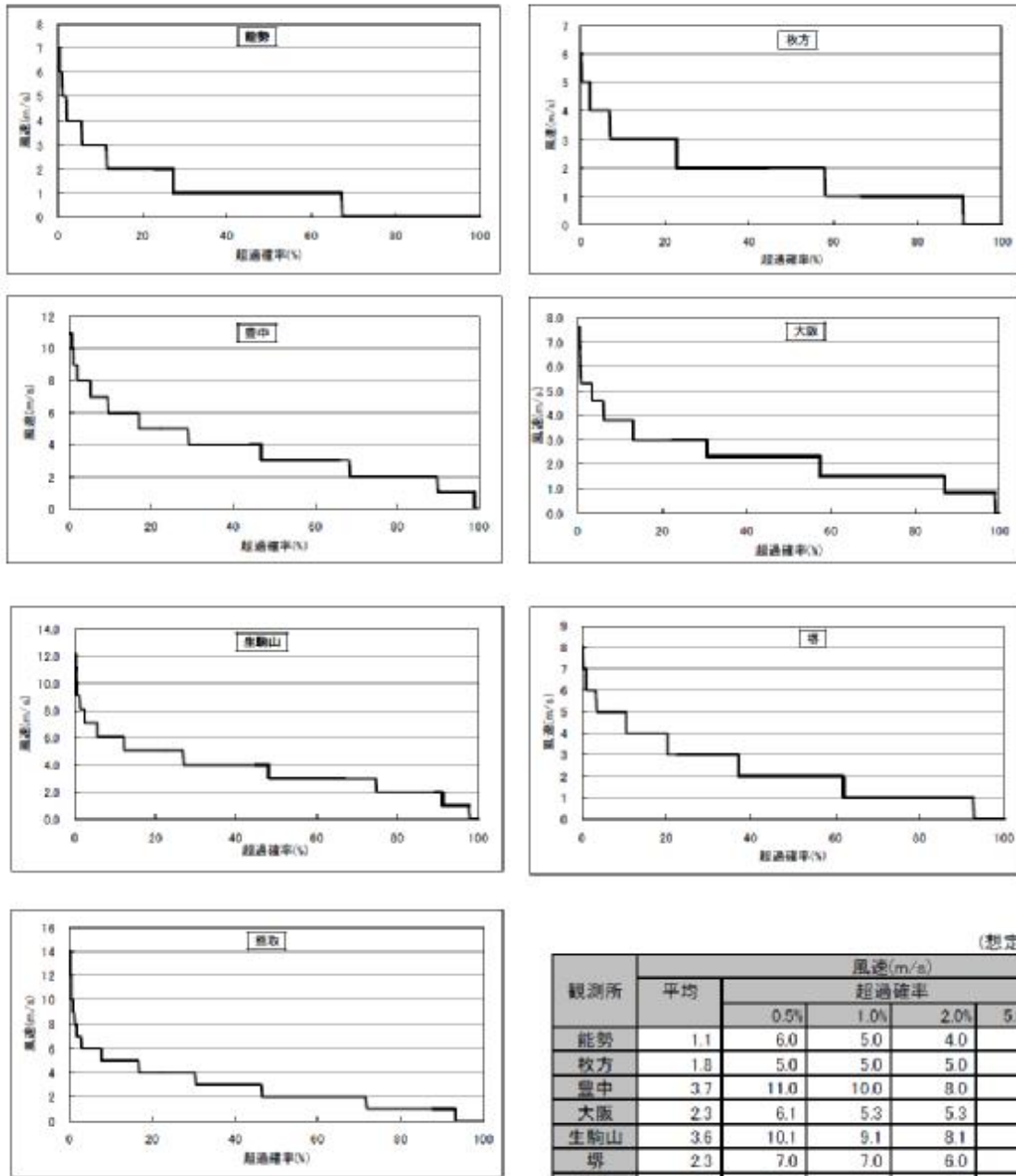
時間帯によって人々の都市への滞留特性は大きく異なるため、地震の発生時刻が変わると人的被害の発生する様相も変化する。また、時間帯や季節によって火気器具等の使用状況が異なるため、火災の出火件数も変化する。想定時期は、火気使用頻度の高い冬季の夕刻（18時）を基本とし、夏昼間（12時）の出火についても検討を行うこととした。

また、風速条件は次の2ケースとした。表 1.5.1 に各地の風速を示す。

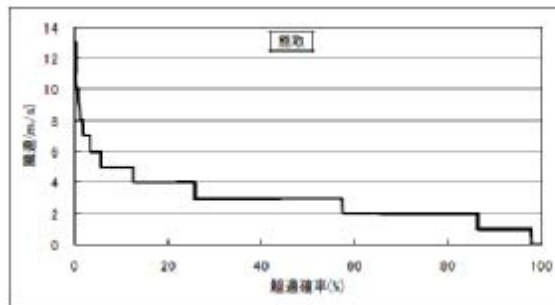
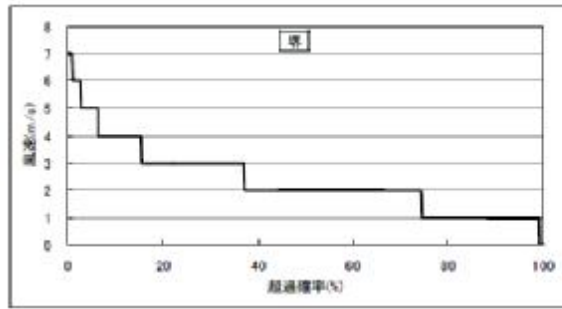
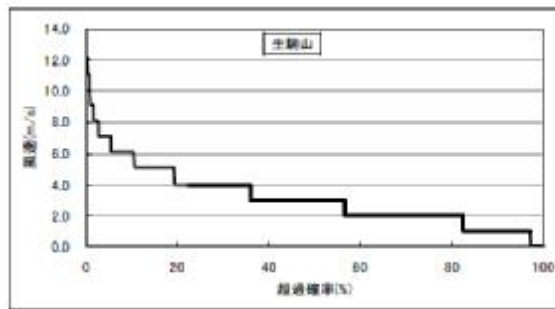
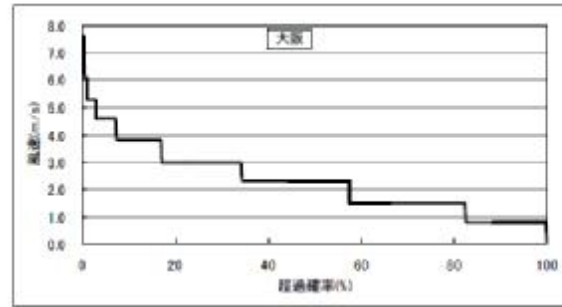
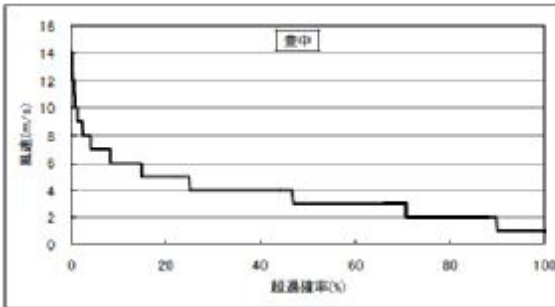
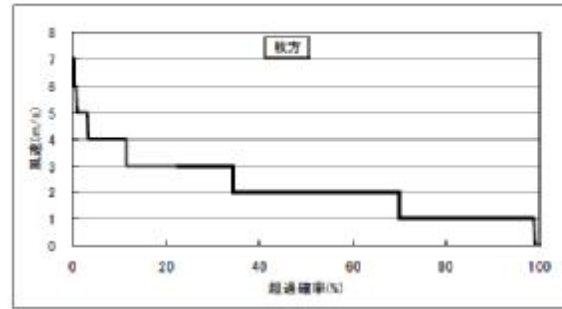
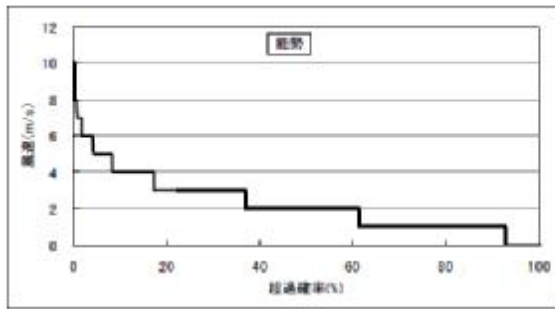
- ① 平均風速
- ② 超過確率 1% 風速

表 1.5.1 風速条件 (気象庁データより集計)

■冬 18 時風速データ



■夏 12 時風速データ



(想定時刻夏12時)

観測所	風速(m/s)					最大 (参考)
	平均	超過確率				
		0.5%	1.0%	2.0%	5.0%	
能勢	2.2	8.0	7.0	6.0	5.0	10.0
枚方	2.2	8.0	5.0	5.0	4.0	7.0
豊中	3.6	12.0	10.0	9.0	7.0	14.0
大阪	2.3	6.1	6.1	5.3	4.6	7.6
生駒山	3.1	11.1	9.1	8.1	7.1	12.1
堺	2.4	7.0	6.0	6.0	5.0	7.0
能取	2.9	10.0	9.0	7.0	6.0	13.0



図 1.5.2 観測所と適用範囲

(2) 出火件数

1) 全出火件数

全出火件数（地震後 3 日間）は、兵庫県南部地震における「出火率～建物全壊率」の経験式を修正した次式（大阪府自然災害総合防災対策検討，2007）で算出する。

$$\text{全出火件数} = \Sigma (\text{町丁目の世帯数} \times 3 \text{ 日間の出火率} \times \text{時間補正})$$

ここで、出火率＝早朝（AM5:00 頃）における全出火件数／世帯数（図 1.5.3 の実線）
 時間補正＝早朝モデルの出火件数を想定時間の出火件数に補正するための比率

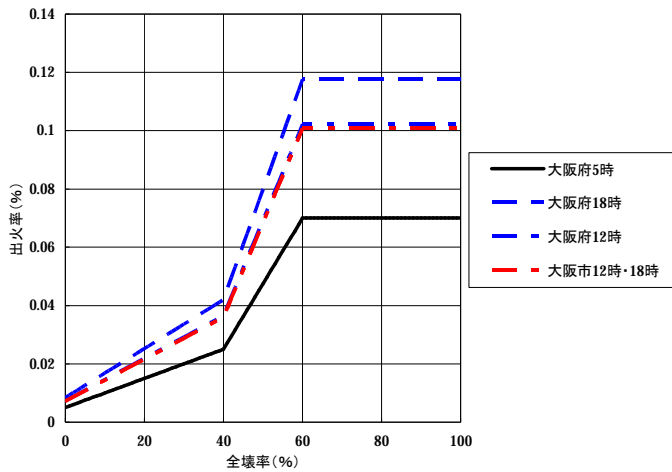


図 1.5.3 全出火算出モデル

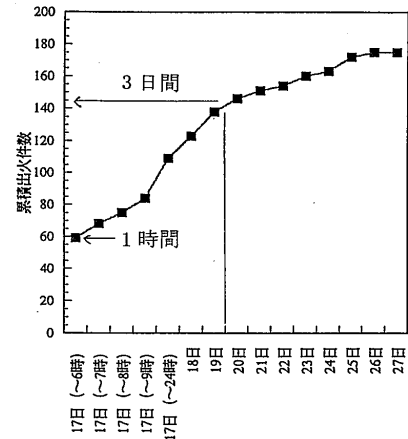


図 1.5.4 出火件数の時間推移

時間補正值は過去 10 年間における冬季の一般火気器具が原因の出火件数の時間日から推定した。地震時における一般火器具が要因の火災のみを対象とし、神戸の事例から比率を仮定した。

$$\text{一般火気} : \text{その他} = 0.6 : 0.4$$

[大阪府] (図 1.5.5)

$$5 \sim 6 \text{ 時} : 11 \sim 13 \text{ 時} : 17 \sim 19 \text{ 時} = 1545/2 : 4100/3 : 4928/3 = 1 : 1.77 : 2.13$$

・ 補正值（昼間：12:00 頃）＝ $0.6 \times 1.77 + 0.4 \times 1.0 = 1.46$

・ 補正值（夕刻：18:00 頃）＝ $0.6 \times 2.13 + 0.4 \times 1.0 = 1.68$

[大阪市] (図 1.5.6)

$$5 \sim 6 \text{ 時} : 11 \sim 13 \text{ 時} : 17 \sim 19 \text{ 時} = 85/2 : 220/3 : 221/3 = 1 : 1.73 : 1.73$$

・ 補正值（昼間：12:00 頃）＝ $0.6 \times 1.73 + 0.4 \times 1.0 = 1.44$

・ 補正值（夕刻：18:00 頃）＝ $0.6 \times 1.73 + 0.4 \times 1.0 = 1.44$

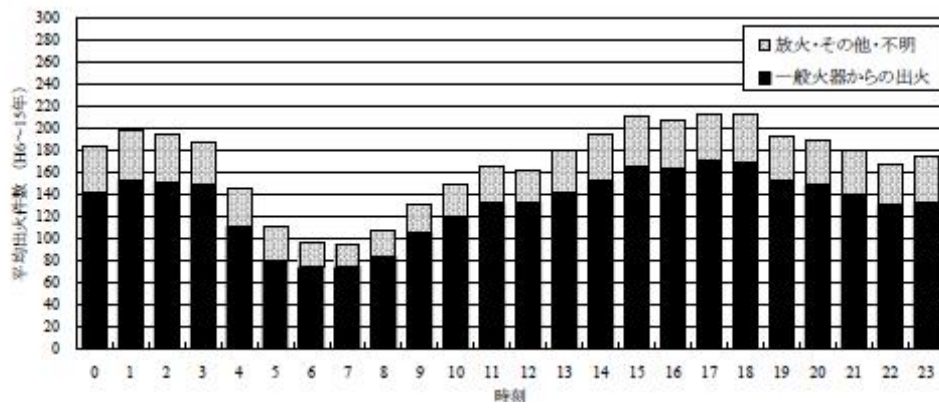


図 1.5.5 一般火気器具による火災件数の時刻分布【大阪府域（大阪市を除く）】

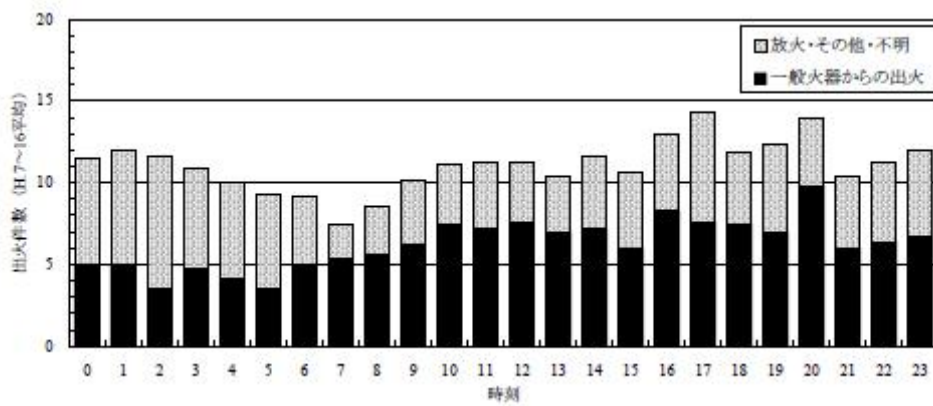


図 1.5.6 一般火気器具による火災件数の時刻分布【大阪市】

2) 炎上出火件数

炎上出火件数は、初期出火件数のうち家人・隣人などの住民の初期消火活動により消火しきれなかったものとし、次式を用いて算出した。

$$\text{炎上出火件数} = \sum (\text{各時間帯の町丁目の全出火件数} \times (1 - \text{初期消火率})) \times \text{時間推移比率}$$

ここで、 初期消火率 : 町丁目の全壊率で決まる家人・隣人による初期消火の確率

時間推移比率 : 3日間の出火件数を1日間、1時間の件数に換算する比率

時間推移比率は、兵庫県南部地震における出火件数の時間推移(図1.5.4参照)より設定した。初期消火率は、兵庫県南部地震における3日間の全出火件数と初期消火件数のデータ(日本火災学会, 1996)をもとに図1.5.7のように設定した。

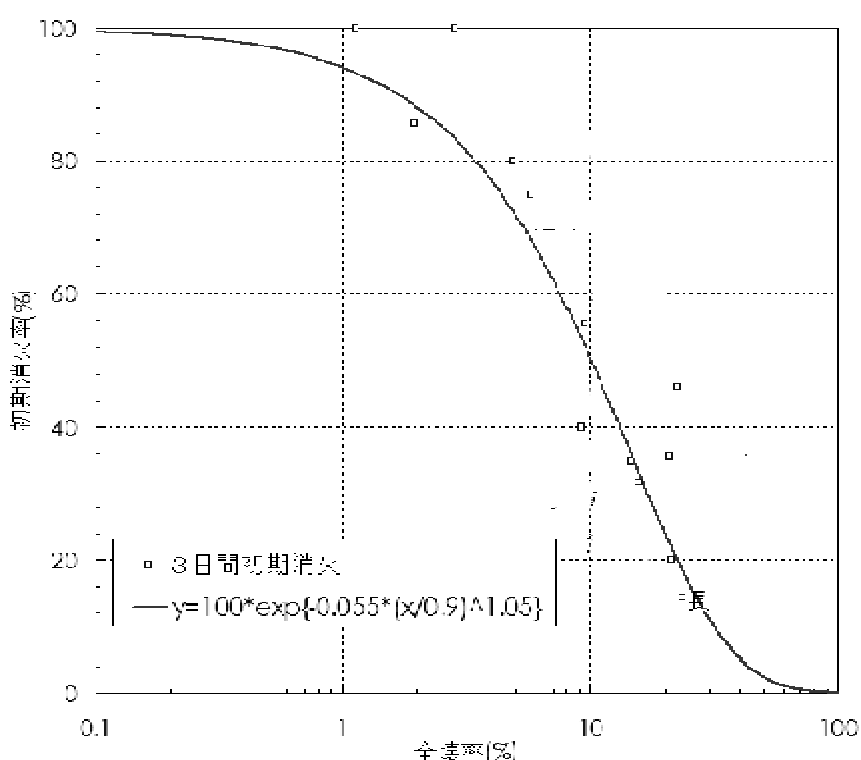


図 1.5.7 初期消火モデル [兵庫県南部地震による3日間の初期消火率と全壊率の関係]

※初期消火データは、「1995年兵庫県南部地震における火災に関する調査報告書」(日本火災学会, 1996)による。

3) 延焼出火件数

(a) 予測フロー

延焼出火(残火災)は、炎上出火のうち地域の自主防災組織、消防組織で消火しきれずに残った火災で、延焼拡大する可能性のある火災とした。両消火活動による消火の可否判定は、出火点の火面周長と消火可能な火面周長との比較で決まるとした。

図1.5.8および以下に延焼出火の予測フローを示す。

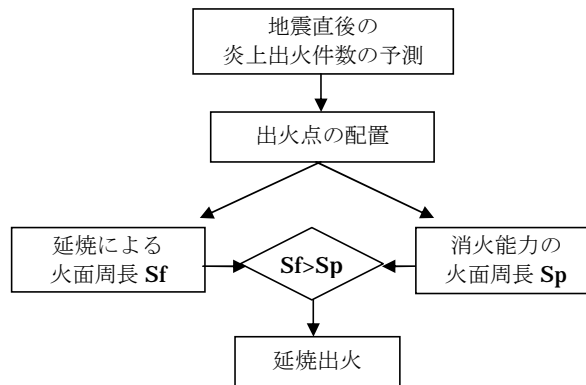


図 1.5.8 延焼出火の予測フロー

【予測フローの説明】

- ①市区町村単位で算出した炎上出火件数を，出火危険率の高い（全壊棟数の多い）メッシュ上に配置する。
- ②出火後，消防車（または可搬式ポンプ）が現場に到着するまでの駆けつけの時間を求め，それまでに燃え広がる広さ（延焼による火面周長 **Sf**）を算出する。
- ③各出火点に駆けつけることのできる消防ポンプ車台数（または可搬ポンプ台数）を求め，放水口あたりの担当火面長から消火能力の火面周長 **Sp** を算出する。
- ④延焼による火面周長 **Sf** と消火能力の火面周長 **Sp** の比較から，当該出火点の消火が可能かを判定する。消火できないと判断された出火点を延焼出火（残火災）とする。

(b) 延焼による火面周長

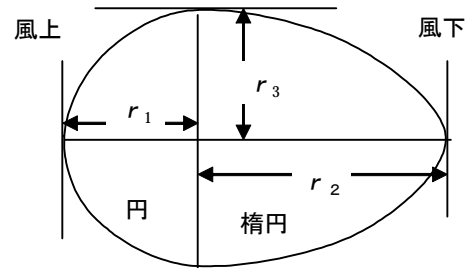
出火点からの延焼による火面周長は、以下により算出した。

- ・火面周長は、図 1.5.9 に示す火面形状から求めた。

図中の楕円半径 r_1 , r_2 , r_3 の長さは東消 2001 式（東京都火災予防審議会答申, 2001）により求めた。

- ・東消 2001 式は、建ぺい率等のマクロ指標による市街地モデルに適用する延焼速度式をベースにしており、出火時の風速、風向き、木造・防火・準耐火・耐火の建築面積比、建ぺい率等のマクロ指標を用いて延焼速度を計算できる。

- ・火面周長の算出時間は、最終の消火活動（放水）開始時とした。



$$\text{火面周長} = \pi \sqrt{\{(r_1^2 + r_3^2)/2\}} + \pi \sqrt{\{(r_2^2 + r_3^2)/2\}}$$

r_1, r_2, r_3 の長さは東消 2001 式で算定

図 1.5.9 火面形状と周長

延焼速度式：東消 2001 式

(マクロ延焼速度式)

$$V(t) = \frac{V_f}{1 + \{1.3 - 0.3 \exp(-0.3t)\} \left\{ (V_f / V_0 - 1) \exp(-\{0.5V_f / (V_f - V_0)\}t) \right\}}$$

ここに,

$V(t)$: 出火から t 分後の延焼速度式

V_0 : 初期延焼速度式

V_f : 最終延焼速度式

$$V_0 = d \times g(h)(1 - c')$$

$$d = \frac{\frac{\{r(u)\{a(a'V_m + b'V_n) + b'j'V_j\} + (a + 2.6)d'V_c\}}{(a'+b'+d'+j')} + \frac{r(u)\{d(a'+b')\{(a'+b')V_m + j'V_n\} + 2\{(d-1.3)(a'+b')d'V_{nc} + (d-2.6d'^2V_{cc})\}}{(a'+b'+d'+j')^2}}{(a+d)(a'+b'+d') + (b+d)j' / (a'+b'+d'+j')}$$

$$g(h) = -0.05h + 1.371 \quad r(U) = 0.048U + 0.882$$

$$(d-1.3) < 0 \text{ ならば } (d-1.3) = 0 \quad (d-2.6) < 0 \quad (d-2.6) = 0 \quad d < 2.6 \text{ ならば } a+d = (a+2.6)$$

$$V_f = \frac{V_u + \exp\{-50(k - 0.14)\}V_l}{1 + \exp\{-50(k - 0.14)\}}$$

$$k = p\{m(1-x) - 0.1\}^{1.2} (u - 4.9 - 8.0x)^{0.33}$$

$$\{m(1-x) - 0.1\} < 0 \quad \text{または } (U - 4.9 - 8.0x) < 0 \quad k = 0$$

$$p = \{1 - c'(1-f)j'\} \{a' + 0.85b' + f \times j'\}$$

$f=0.35$

$$V_u = 0.46(1-x)^2 \{a_u V_0 \{p + 1.6p^{-0.5} \times (U + 0.1)^{-0.4}\} + b_u\} m^{0.2} + V_0$$

$$V_l = (1-x)^2 \{6a_l V_0 (m^{-0.61} + m^2 + b_l)\} p (0.1U + 0.1)^{0.5} + V_0$$

$$a_u = \frac{\{1.4(U + 1.0)^{-0.61} + 0.47\}}{m} + 4.4U^{0.19} - 5.6$$

$$b_u = \frac{(-8.9U^{0.75} - 8.6)}{m} + 0.041U^{3.1} + 49$$

$$a_l = \frac{0.31}{m} + 0.52$$

$$b_l = \frac{-0.1U - 1.8}{m} + 2.7$$

$$a'' = a' + 0.0018b'a$$

$$b'' = a' - 0.0018b'a$$

$$b' - 0.0018b'a < 0 \text{ ならば } a'' = a' + b' \quad b'' = 0$$

$$x = \frac{0.54}{1 + 680 \exp(-0.10a)} - 0.0024$$

(c) 消火能力の火面周長（消防力等の運用条件）

消火能力による火面周長は、消防力等の運用条件をもとに算出した。なお、消防活動は一次運用のみで、二次運用や隣接市町村等からの応援は考慮しないことにした。

【運用条件】

- ・ 常設消防と消防団および自主防災組織による消火活動とする。
- ・ 消防水利は、貯水槽とプール等とする。貯水槽は **40ton** 以上のもので耐震性が確認されたもののみを、プールについては防水性が確認されたもののみを、ため池等については耐震性が確認されたもののみを、それぞれ使用可能とする。河川等については、堤防の沈下や津波遡上による影響が考えられるため考慮しないことにする。なお、消火栓は水道管が耐震化されている地域は使用できる可能性もあるが、地震に伴う停電の影響等も踏まえ、今回は不確定な要素として考慮しないことにする。
- ・ 部隊編成は無駄の少ない、必ず消火できる運用を仮定する。
- ・ 消防車は署所から最短距離で、消火効率の良い出火地点から順次運用されるとする。
- ・ 自主防災組織は、消防署・消防団が保有していない最寄りの可搬式ポンプで消火活動を行うとする。

- ・ 運用条件は、兵庫県南部地震の状況などを考慮して、次のように設定する。

覚知時間 ・ 消防署・団：10分（駆け込み通報による）

ただし、高所カメラ・ヘリコプターを所有する消防本部は5分

自主防災組織：3分（周辺住民が消火活動にあたる）

出動時間 ・ 待機状態

走行速度 ・ 消防車 **10km/h**（地震時の想定走行速度「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定手法について」（H19 中央防災会議）

自主防災組織 **7km/h**（駆け足程度）

走行距離 ・ 直線距離の $\sqrt{2}$ 倍：消防署・団は署所と出火点付近の消防水利までの距離、自主防災組織は出火点から可搬式ポンプまでの距離

消防水利の有効半径 ・ **300m**

放水準備時間 ・ 必要ホース数を **N** として、 **$8.3 \times (N-3) + 103$** 秒

1 台あたりの放水口 ・ 消防車 **3** 口、小型ポンプ車 **1** 口、可搬式ポンプ **1** 口

放水口の注水範囲（担当火面長） ・ 消防車 **15m/口**、可搬式ポンプ **10m/口**

消火までの注水量 ・ 消防車 **12ton/口**、可搬式ポンプ **7ton/口**

(3) 延焼範囲の予測

延焼範囲は、過年度調査（大阪府地震被害想定調査，1997、大阪府自然災害総合防災対策検討，2007）で用いられた不燃領域率による延焼危険度判定手法により，以下の手順で求めた。

表 1.5.2 隣接地区への延焼可能性

不燃領域率	隣接地区への延焼可能性
50%以上	無し
50%未満	有り

【延焼範囲予測手順】

- ・延焼出火点から東消 2001 式を用いて延焼範囲を求める。
- ・ただし，不燃領域率が 50%以上の隣接メッシュへは延焼しないものとする。
- ・さらにその隣のメッシュへと延焼判定を繰返し，最終的な延焼拡大範囲（3 日間）を求める。但し，延焼遮断帯は越えないものとする。

※延焼遮断帯については、大阪府防災都市づくり広域計画(大阪府，2009)、災害に強い都市づくりガイドライン(大阪府，2005)、長期未着手の都市計画道路の見直し方針(大阪市，2013)により、設定した。

なお、この手法で求まる延焼範囲は土地利用条件から見た最大の延焼範囲を予測したもので、延焼出火（残火災）点からの延焼が延焼遮断帯等で焼け止まるまでの範囲を想定したものである。したがって、消防の二次運用や近隣市町村からの応援によっては焼失範囲が小さくなる可能性もある。

(4) 焼失棟数の予測

延焼火災に拡大しない出火（消防力等により消火された火災）による焼失棟数は、平均的に 5 棟/件の焼失があるものとして、1 消火件数あたり 5 棟が焼失するものとした。

火災延焼範囲の焼失棟数は、国交省「防災まちづくり総プロ」(2003)で開発された CVF を用いて算出した。延焼範囲内の各メッシュのセミグロス CVF を用いて、図 1.5.10 に示すセミグロス CVF と平均焼失率の関係から、各メッシュの平均焼失率を求めた。

なお、セミグロス CVF は不燃領域率と同様、地域の防火性能を表すマクロ指標であるが、準耐火建築物も考慮できる。

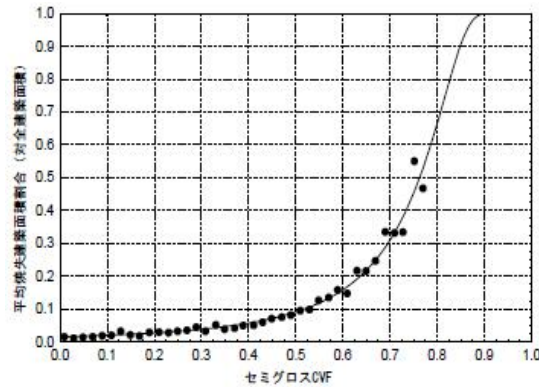


図 1.5.10 セミログス CVF と平均焼失率
(防災まちづくり総プロ H15)

1.5.3 予測式

(延焼面積・焼失棟数)

延焼面積・焼失棟数は、メッシュ毎に延焼シミュレーションを実施して算出する。

1.5.4 使用データ

- ①建物棟数 (市町村固定資産税台帳)
- ②震度分布 (平成 25 年 8 月 8 日部会決定事項)
- ③建物被害予測結果 (今回計算)
- ④可搬式ポンプ、自主防災組織の状況 (市町村からの提供データ)
- ⑤消防水利の状況 (市町村からの提供データ)
- ⑥消防署・消防団が保有している消防車の状況 (市町村からの提供データ)
- ⑦風向、風速
- ⑧土地利用現況調査 (都市計画基礎調査)

1.6 ダブルカウントの除去

1.6.1 概要

ダブルカウントの除去は、揺れ・液状化・津波・急傾斜地の建物全壊・半壊棟数予測が重複してカウントされているため、各推定結果を見直して、これらの重複を除去して地震災害全体の全壊・半壊棟数の再集計及び全壊率・半壊率・被害率の再計算を行う。

1.6.2 方法

ダブルカウントの除去は、揺れ・液状化・津波・急傾斜地の各被災項目による建物全壊・半壊棟数の予測結果に基づいて、最初に、揺れと液状化の建物全壊・半壊棟数のダブルカウントの除去を行い、次いで、この結果を用いて、急傾斜地による建物全壊・半壊棟数とこれらのダブルカウントの除去を行い、次いで同様に津波による建物全壊・半壊棟数とこれらのダブルカウントの除去を行い、最後に各被災項目の建物全壊・半壊棟数及びの再集計及び全壊率・半壊率・被害率の再計算を行う。

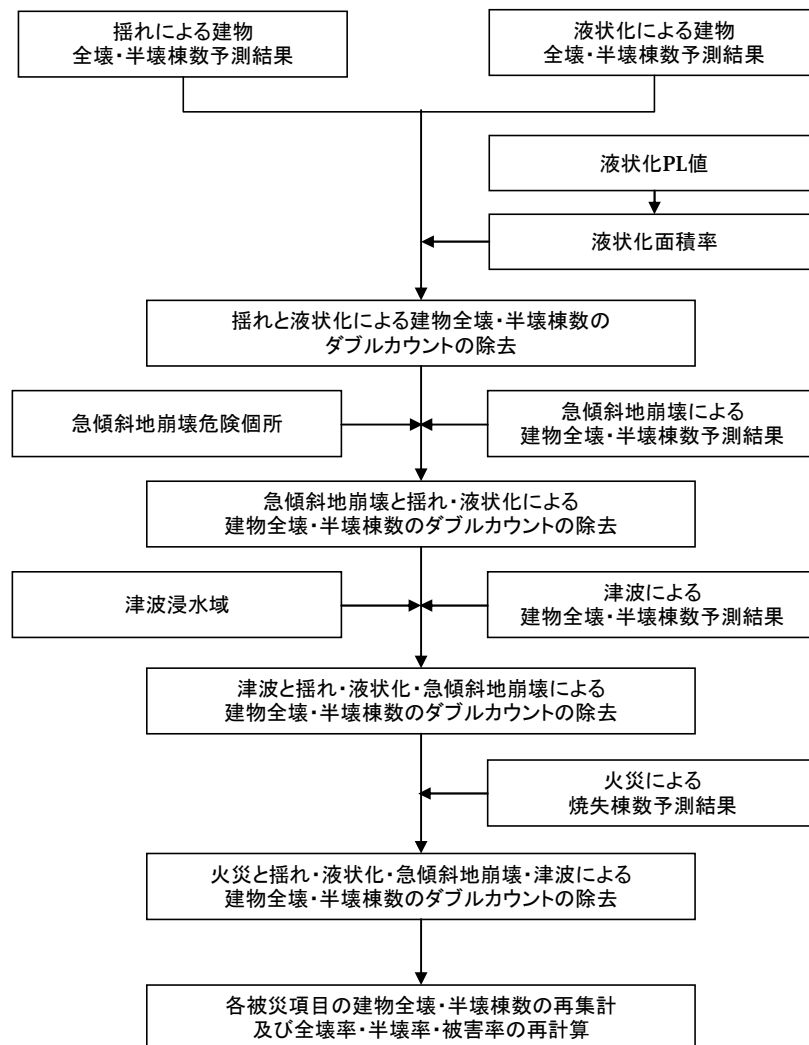


図 1.6.1 ダブルカウントの除去による建物被害の再計算フロー

例えば、液状化により全壊した建物をさらに、揺れにより全壊した建物被害として重複して計上してしまうと、全壊建物数を過剰に推定してしまうことになり、このようなダブルカウントは除去する必要がある。

具体的な手法については、「中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定手法について～基本被害～」(中央防災会議, H19)を参考とし、以降に示す。

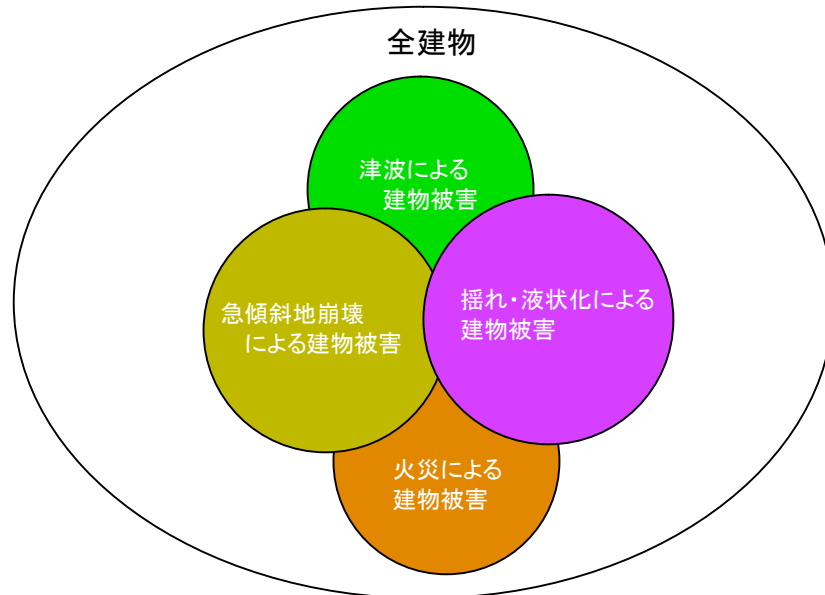


図 1.6.2 建物被害のダブルカウント

(1) 揺れと液状化による建物全壊・半壊棟数のダブルカウントの除去

揺れによる建物全壊・半壊棟数と液状化による建物全壊・半壊棟数のダブルカウントの除去については、木造と非木造に分けて考える。

1) 木造

木造建物の揺れによる被害は、液状化が発生する地域では、表層地盤が振動を吸収し揺れによる被害は発生しにくいものと考えられるため、被害が発生しないものと考ええる。

したがって、揺れによる全壊棟数は次式により推定する。

$$\begin{aligned} & (\text{除去後の揺れによる木造建物全壊・半壊棟数}) \\ & = (\text{除去前の揺れによる木造建物全壊・半壊棟数}) \\ & \quad \times (1 - \text{液状化面積率}) \end{aligned}$$

液状化面積率は液状化 PL 値に基づく液状化危険度ランクより、以下を使用する。

表 1.6.1 液状化面積率

液状化危険度	PL 値	液状化面積率
ランク A	PL 値 > 15.0	18%
ランク B	5.0 < PL 値 ≤ 15.0	5%
ランク C	0.0 < PL 値 ≤ 5.0	2%
ランク D	PL 値 = 0.0	0%
ランク E	- (液状化対象外)	0%

出典：東京都における直下地震の被害想定に関する調査報告書（東京都，H9）

2) 非木造

杭打ちされた非木造建物は、表層地盤よりも下の強固な地盤の影響を受けるため、液状化による被害を免れても、揺れによる被害を受ける可能性がある。そこで、全建物棟数から液状化による全半壊棟数を差し引き、残りの建物については、すべて揺れによる被害の対象になり得ると考える。なお、液状化する地域における3階未満の非木造建物（杭なしの建物）棟数は、非常に少ないとの判断から、これと同様の扱いとする。

$$\begin{aligned} & (\text{揺れによる非木造建物の全壊・半壊棟数の計算対象}) \\ & = (\text{非木造建物棟数}) - (\text{液状化による非木造建物全半壊棟数}) \\ & \quad (\text{除去後の揺れによる非木造全壊・半壊棟数}) \\ & = (\text{揺れによる非木造建物の全壊・半壊棟数の計算対象に} \\ & \quad \text{基づき再計算}) \end{aligned}$$

(2) 急傾斜地崩壊と揺れ・液状化による建物全壊・半壊棟数のダブルカウントの除去

急傾斜地崩壊と揺れ・液状化による建物全壊・半壊棟数とのダブルカウントの除去は、木造・非木造について、急傾斜地崩壊の建物全壊・半壊棟数から、揺れ・液状化による建物全壊・半壊棟数を除去して行う。具体的な手法は以下のように揺れと液状化による全壊・半壊率と除去前の急傾斜地崩壊による全壊・半壊棟数より求める。

(除去後の急傾斜地崩壊による木造・非木造別全壊・半壊棟数)

$$= (\text{除去前の急傾斜地崩壊による木造・非木造別全壊・半壊棟数}) \\ \times \{1 - (\text{揺れ及び液状化による木造・非木造別全壊・半壊率})\}$$

(揺れ及び液状化による木造・非木造別全壊・半壊率)

$$= \{ (\text{揺れによる木造・非木造別全壊・半壊棟数}) \\ + (\text{液状化による木造・非木造別全壊・半壊棟数}) \} \\ \div (\text{木造・非木造別建物棟数})$$

(3) 津波と揺れ・液状化・急傾斜地崩壊による建物全壊・半壊棟数のダブルカウントの除去

津波と揺れ・液状化・急傾斜地崩壊による建物全壊・半壊棟数とのダブルカウントの除去は、木造・非木造について、津波の建物全壊・半壊棟数から、揺れ・液状化・急傾斜地崩壊による建物全壊・半壊棟数を除去して行う。具体的な手法は以下のように揺れと液状化及び急傾斜地崩壊による全壊・半壊率と除去前の津波による全壊・半壊棟数より求める。

(除去後の津波による木造・非木造別全壊・半壊棟数)

$$= (\text{除去前の津波による木造・非木造別全壊・半壊棟数}) \\ \times \{1 - (\text{揺れと液状化及び急傾斜地崩壊による} \\ \text{木造・非木造別全壊・半壊率})\}$$

(揺れと液状化及び急傾斜地崩壊による木造・非木造別全壊・半壊率)

$$= \{ (\text{揺れによる木造・非木造別全壊・半壊棟数}) \\ + (\text{液状化による木造・非木造別全壊・半壊棟数}) \\ + (\text{急傾斜地崩壊による木造・非木造別全壊・半壊棟数}) \} \\ \div (\text{木造・非木造別建物棟数})$$

(4) 火災による焼失棟数と揺れ・液状化・急傾斜地崩壊・津波による建物全壊・半壊棟数のダブルカウントの除去

火災による焼失棟数と揺れ・液状化・急傾斜地崩壊・津波による建物全壊・半壊棟数とのダブルカウントの除去は、木造・非木造について、火災の焼失棟数から、揺れ・液状化・急傾斜地崩壊・津波による木造全壊棟数を除去して行う。具体的な手法は以下のように揺れと液状化と急傾斜地崩壊及び津波による全壊率と除去前の火災による焼失棟数より求める。

(除去後の火災による焼失棟数)

$$= (\text{除去前の火災による焼失棟数}) \\ \times \{1 - (\text{揺れと液状化と急傾斜地崩壊及び津波による木造全壊率})\}$$

(揺れと液状化と急傾斜地崩壊及び津波による木造全壊率)

$$= \{ (\text{揺れによる木造全壊棟数}) \\ + (\text{液状化による木造全壊棟数}) \\ + (\text{急傾斜地崩壊による木造全壊棟数}) \\ + (\text{津波による木造・非木造別全壊棟数}) \} \\ \div (\text{木造建物棟数})$$

(5) 各被災項目の建物全壊・半壊棟数及びの再集計及び全壊率・半壊率・被害率の再計算
各被災項目のダブルカウントを除去後の全壊・半壊棟数を再集計し、全壊率・半壊率・被害率を再計算する。

1.6.3 計算式

(全体の全壊・半壊棟数)

$$= (\text{ダブルカウント除去後の揺れによる全壊・半壊棟数}) \\ + (\text{ダブルカウント除去後の液状化による全壊・半壊棟数}) \\ + (\text{ダブルカウント除去後の急傾斜地崩壊による全壊・半壊棟数}) \\ + (\text{ダブルカウント除去後の津波による全壊・半壊棟数}) \\ + (\text{ダブルカウント除去後の火災による焼失棟数})$$

$$(\text{全壊率・半壊率}) = (\text{全体の全壊・半壊棟数}) \div (\text{全建物棟数})$$

1.6.4 使用データ

- ①建物棟数 (市町村固定資産税台帳)
- ②建物被害予測結果 (今回計算)
- ③液状化 PL 値 (平成 25 年 8 月 8 日部会決定事項)
- ④急傾斜地崩壊危険箇所 (今回計算)
- ⑤津波浸水域 (平成 25 年 8 月 20 日決定)

2. 屋外転倒、落下物の発生

2.1 ブロック塀等の転倒

2.1.1 想定概要

ブロック塀等の転倒被害は、木造住宅棟数より、ブロック塀・石塀・コンクリート塀の件数を推定し、これと地表加速度別の被害率より市区町村毎の転倒件数を算出する。

2.1.2 予測手法

ブロック塀の転倒による被害は、以下に示すように木造住宅棟数と各塀件数の関係割合からブロック塀、石塀、コンクリート塀の件数を求めるとともに、地表加速度と被害率との関係式を用いて市区町村別にそれぞれの転倒件数を求める。

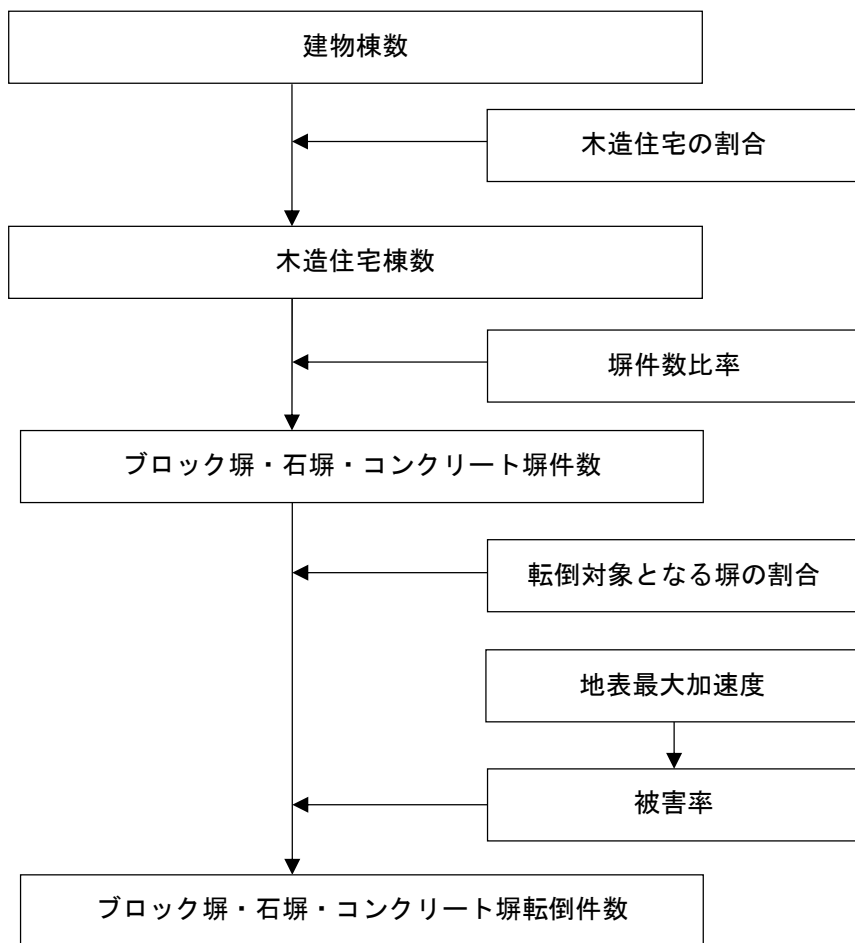


図 2.1.1 ブロック塀等の転倒による被害予測フロー

ブロック塀等の転倒件数

= ブロック塀等の件数 × 転倒対象となる塀の割合 × 被害率

ブロック塀等の件数 = 木造住宅棟数 × 塀件数比率

(1) 塀件数比率

塀件数比率は以下を用いて算出する。

表 2.1.1 塀件数比率

ブロック塀	石塀	コンクリート塀
16.0%	3.5%	3.6%

出典：南海トラフの巨大地震の被害想定項目及び手法の概要（中央防災会議；平成 25 年 3 月）

(2) 転倒対象となる塀の割合

転倒対象となる塀の割合は以下を使用する。

表 2.1.2 転倒対象となる塀の割合

塀の種類	外見調査の結果、特に改善の 必要が無い塀の比率 (A)	転倒対象となる割合 (1-0.5A)
ブロック塀	0.500	0.750
石塀	0.362	0.819
コンクリート塀	0.576	0.712

出典：南海トラフの巨大地震の被害想定項目及び手法の概要（中央防災会議；平成 25 年 3 月）

(3) 被害率

被害率は、想定地震の地表計測震度から算定した加速度を用いて、次式により算出する。

$$(\text{ブロック塀被害率}) = -12.6 + 0.07 \times (\text{地表最大加速度}(\text{gal}))$$

$$(\text{石塀被害率}) = -26.6 + 0.168 \times (\text{地表最大加速度}(\text{gal}))$$

$$(\text{コンクリート塀被害率}) = -12.6 + 0.07 \times (\text{地表最大加速度}(\text{gal}))$$

2.1.3 予測式

(ブロック塀等の転倒件数)

$$= (\text{ブロック塀等の件数}) \times (\text{転倒対象となる塀の割合}) \times (\text{被害率})$$

$$(\text{ブロック塀等の件数}) = (\text{木造住宅棟数}) \times (\text{塀件数比率})$$

2.1.4 使用データ

①建物棟数（木造住宅棟数）（市町村固定資産税台帳）

②計測震度（平成 25 年 8 月 8 日部会決定事項）

2.2 自動販売機の転倒

2.2.1 想定概要

自動販売機の被害は、全国の自動販売機台数と各市区町村の人口・建物分布から自動販売機の台数・位置を推定し、揺れによるその転倒数を算出する。

2.2.2 予測手法

自動販売機の転倒による被害は、以下に示すように自動販売機台数から転倒対象となる割合を求めるとともに、自動販売機の被害率を乗じて転倒数を求める。

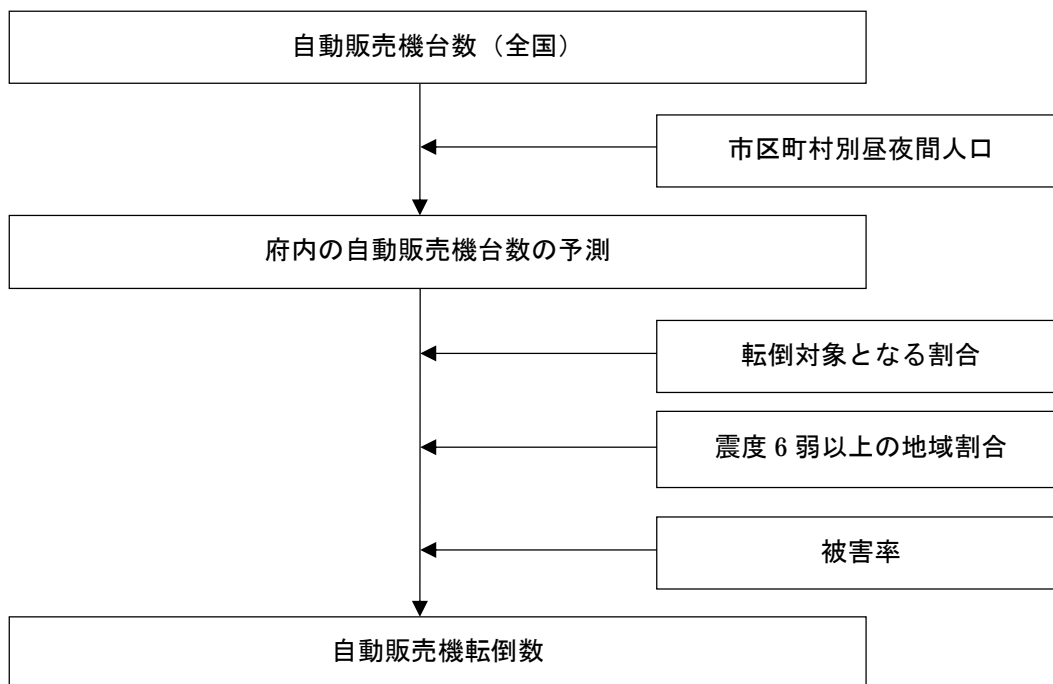


図 2.2.1 自動販売機の転倒による被害予測フロー

市区町村別の自動販売機転倒数

$$= \text{市区町村別の自動販売機台数} \times \text{転倒対象となる自動販売機の割合} \times \text{被害率}$$

(1) 自動販売機台数の予測

自動販売機台数は、全国の 5,084,340 台（日本自動販売機工業会調べ(平成 23 年末時点)）を以下の式で配分して求める。

全国夜間人口は、平成 24 年 11 月推計人口の概算値（総務省統計局）より、127,540,000 人とし、全国昼間人口は全国夜間人口と同じとする。

(府内の自動販売機台数)

$$= (\text{全国自動販売機台数}) \times (\text{市区町村別夜間人口} + \text{市区町村別昼間人口}) \div ((\text{全国夜間人口}) + (\text{全国昼間人口}))$$

(2) 転倒対象となる割合

転倒対象となる自動販売機の割合は、屋外設置比率(6割)と転倒防止装置未対応率(約1割)より設定する。

ゆえに、転倒対象となる割合は、7割とする。

(3) 自動販売機の被害率

自動販売機の被害率は、阪神・淡路大震災の(概ね震度6弱以上の地域)転倒率により設定する。阪神・淡路大震災時の被害率は約20.9%(25,880台/124,100台)である。

2.2.3 予測式

(市区町村別の自動販売機転倒数)

$$= (\text{市区町村別の自動販売機台数}) \times (\text{転倒対象となる自動販売機の割合: } 0.7) \\ \times (\text{被害率})$$

2.2.4 使用データ

①昼夜間人口(国勢調査)

②全国の台数(内閣府)

2.3 屋外落下物の発生

2.3.1 想定概要

屋外落下物の被害は、揺れによる建物被害と落下物の危険性がある建物比率より、落下物の発生が想定される建物棟数を算定する。

2.3.2 予測手法

屋外落下物の発生による予測について、揺れによって全壊する建物は、全ての建物が落下物の発生が想定されるものとする。また、揺れによって全壊しない建物のうち落下が想定される建物は、震度6弱以上のエリア内の3階以上の非木造建物棟数に、落下物を保有する建物棟数比率と安全化指導実施による建物改修率を掛けることで算定する。

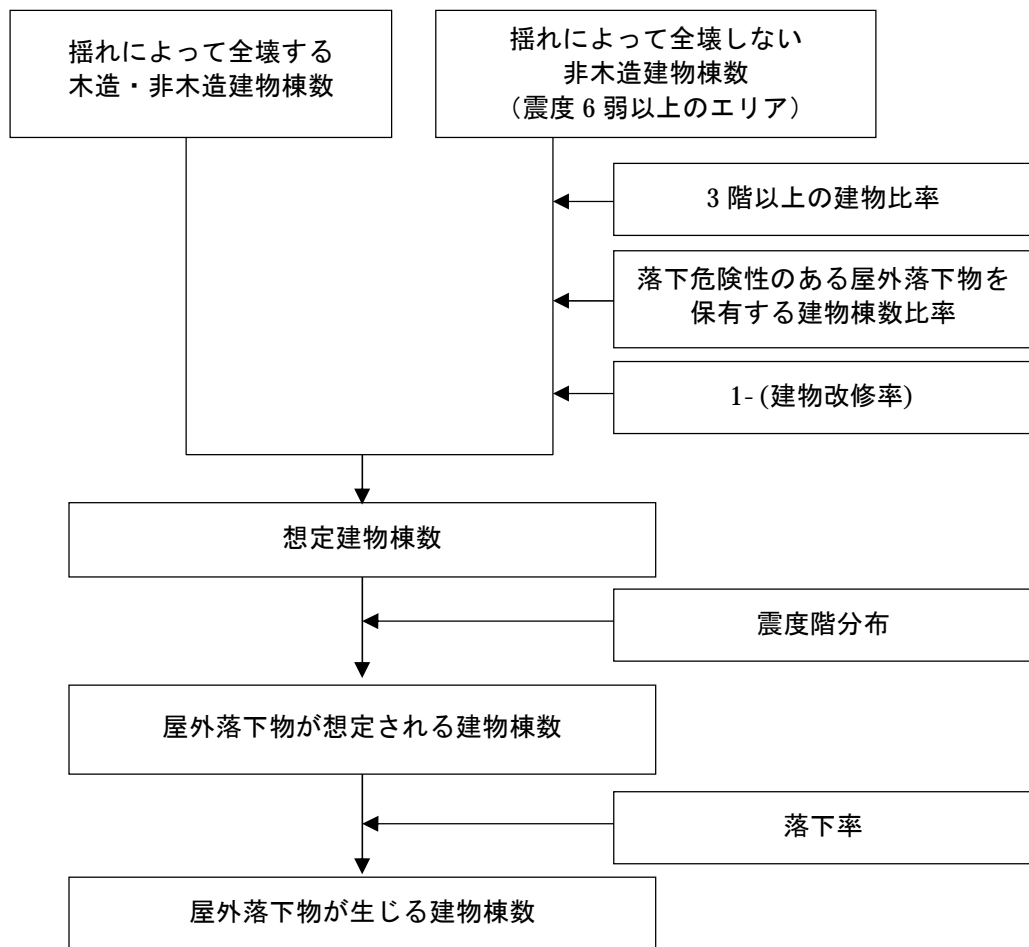


図 2.3.1 屋外落下物による被害予測フロー

$$\begin{aligned} & \text{屋外落下物が生じる建物棟数} \\ & = \text{屋外落下物が想定される建物棟数} \times \text{落下率} \end{aligned}$$

(1) 想定建物棟数

想定建物棟数は、住宅・非住宅の建物とする。

1) 落下危険性のある屋外落下物を保有する建物棟数比率

落下危険性のある屋外落下物を保有する建物棟数比率東京都の調査結果（東京都（H9））をもとに、対象となる建物の築年別に設定する。

表 2.3.1 落下危険性のある屋外落下物を保有する建物棟数比率

建築年代	飛散物（窓ガラス、壁面等）	飛散物（吊り看板等）
～昭和 45 年	30%	17%
昭和 46 年～55 年	6%	8%
昭和 56 年～	0%	3%

出典：東京都の調査結果

2) 建物改修率

建物改修率は、東京都（H9）で用いている平均改修率 87%を用いる。

(2) 屋外落下物が想定される建物棟数

落下物の発生が予想される建物のうち落下が生じる建物の割合（落下率）は、東京都（H9）で設定されたブロック塀の被害率と同じ式を用いる。

$$\begin{aligned} & \text{(落下率(\%))} \\ & = -12.6 + 0.07 \times \text{(地表加速度(gal))} \end{aligned}$$

2.3.3 予測式

$$\begin{aligned} & \text{(屋外落下物が生じる建物棟数)} \\ & = \text{(屋外落下物が想定される建物棟数)} \times \text{(落下率)} \end{aligned}$$

2.3.4 使用データ

- ①揺れによる全壊棟数データ（構造別）（今回計算）
- ②屋外落下物が想定される震度 6 弱以上の建物棟数（今回計算）

3. 人的被害

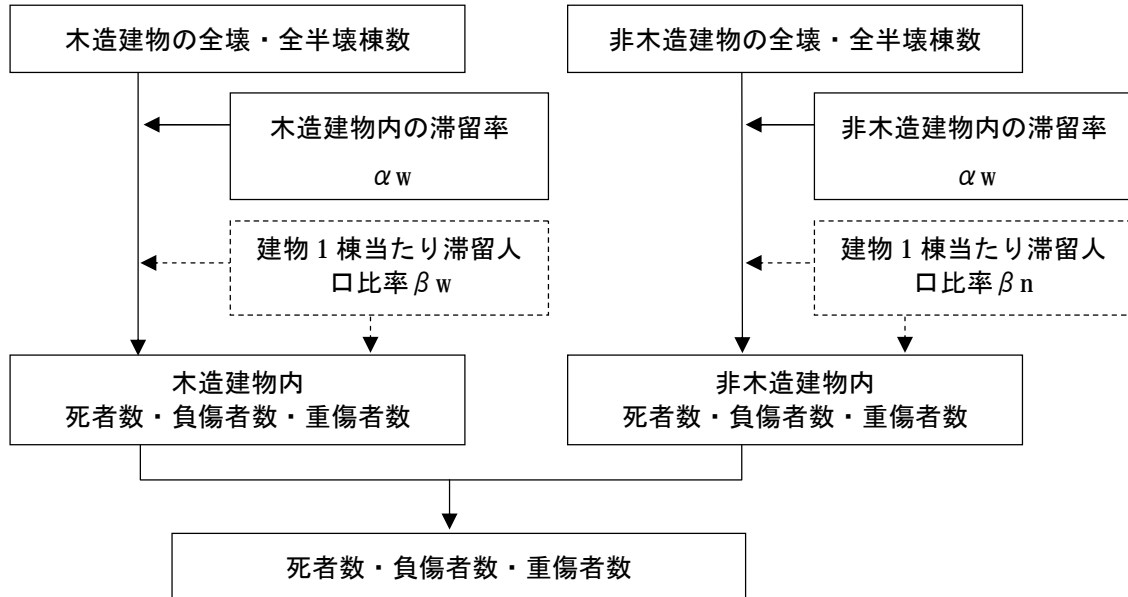
3.1 建物倒壊による人的被害

3.1.1 想定概要

建物倒壊による人的被害の予測は、建物被害の結果及び人口データより、建物被害から死者数・負傷者・重傷者数を算出する。

3.1.2 予測手法

死者数及び重傷者数は、建物の全壊棟数を用いて行うが、負傷者数は全半壊棟数にて行う。



 : 負傷者数・重傷者数の算出時に適用

図 3.1.1 建物倒壊（死者数・負傷者数・重傷者数）による被害予測フロー
（内閣府(2013)を一部修正）

<p>木造建物内死者数 $= t_w \times \text{市区町村の揺れによる木造全壊棟数} \times \text{木造建物内滞留率}$</p> <p>非木造建物内死者数 $= t_n \times \text{市区町村の揺れによる非木造全壊棟数} \times \text{非木造建物内滞留率}$</p> <p>木造建物における負傷者数 $= 0.177 \times \text{揺れによる木造全半壊棟数} \times \alpha_w \times \beta_w$</p> <p>非木造建物における負傷者数 $= 0.177 \times \text{揺れによる非木造全半壊棟数} \times \alpha_n \times \beta_n$</p> <p>木造建物における重傷者数 $= 0.100 \times \text{揺れによる木造全壊棟数} \times \alpha_w \times \beta_w$</p> <p>非木造建物における重傷者数 $= 0.100 \times \text{揺れによる非木造全壊棟数} \times \alpha_n \times \beta_n$</p>
--

(1) 死者数

建物倒壊による被害の死者数の予測は、300人以上の死者が発生した近年の5つの地震（鳥取地震、東南海地震、南海地震、福井地震、阪神・淡路大震災）の被害事例から算出した全壊棟数と死者数との関係を使用から、木造建物棟数・非木造建物棟数別に算出する。

地震発生時刻による滞留人口は、内閣府公表の滞留者・移動者比率を用いる。

(木造建物内死者数)

$$=tw \times (\text{市区町村の揺れによる木造全壊棟数}) \times (\text{木造建物内滞留率})$$

(非木造建物内死者数)

$$=tn \times (\text{市区町村の揺れによる非木造全壊棟数}) \times (\text{非木造建物内滞留率})$$

(木造建物内滞留率)

$$= (\text{発生時刻の木造建物内滞留人口}) \div (\text{朝5時の木造建物内滞留人口})$$

(非木造建物内滞留率)

$$= (\text{発生時刻の非木造建物内滞留人口}) \div (\text{朝5時の非木造建物内滞留人口})$$

$$tw=0.0676 \quad tn=0.00840 \times \frac{Pn0}{Bn} \quad / \quad \frac{Pw0}{Bw}$$

Pw0:夜間人口（木造）、Pn0:夜間人口（非木造）

Bw:建物棟数（木造）、Bn:建物棟数（非木造）

表 3.1.1 時間帯別の滞留者・移動者比率

分布	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時
木造建物内人口	59.1%	59.5%	59.6%	59.7%	59.8%	59.6%	58.6%	53.2%	37.2%	29.1%	25.5%	23.1%
非木造建物内人口	40.4%	40.3%	40.3%	40.2%	40.1%	40.1%	40.1%	38.9%	41.8%	62.1%	68.5%	71.9%
移動者	0.5%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%	0.3%	1.4%	7.9%	21.0%	8.8%	5.9%	4.9%

分布	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
木造建物内人口	23.8%	25.0%	24.7%	26.0%	29.1%	33.2%	39.8%	46.0%	50.5%	54.0%	56.5%	58.2%
非木造建物内人口	71.6%	70.9%	70.8%	68.5%	64.0%	59.7%	51.8%	47.8%	45.5%	43.2%	41.5%	40.7%
移動者	4.5%	4.1%	4.5%	5.5%	6.8%	7.1%	8.4%	6.1%	3.9%	2.8%	2.0%	1.1%

出典：南海トラフの巨大地震の被害想定項目及び手法の概要（中央防災会議；平成25年3月）

(2) 負傷者数

建物倒壊による被害の負傷者数の予測は、近年の地震の鳥取県西部地震、新潟県中越地震、新潟県中越沖地震、能登半島地震、岩手・宮城内陸地震の主な被災市町村、東北地方太平洋沖地震の内陸被災市町村の建物被害数（全壊棟数、全半壊棟数）と負傷者数との関係を使用する。

（木造建物における負傷者数）

$$=0.177 \times (\text{揺れによる木造全半壊棟数}) \times \alpha w \times \beta w$$

（非木造建物における負傷者数）

$$=0.177 \times (\text{揺れによる非木造全半壊棟数}) \times \alpha n \times \beta n$$

（木造建物内滞留率） αw

$$= (\text{発生時刻の木造建物内滞留人口}) \\ \div (\text{朝 5 時の木造建物内滞留人口})$$

（非木造建物内滞留率） αn

$$= (\text{発生時刻の非木造建物内滞留人口}) \\ \div (\text{朝 5 時の非木造建物内滞留人口})$$

（建物 1 棟当たり滞留人口の全建物に対する木造建物の比率(時間帯別)） βw

$$= (\text{木造建物 1 棟あたりの滞留人口}) \\ \div (\text{全建物 1 棟あたりの滞留人口})$$

（建物 1 棟当たり滞留人口の全建物に対する非木造建物の比率(時間帯別)） βn

$$= (\text{非木造建物 1 棟あたりの滞留人口}) \\ \div (\text{全建物 1 棟あたりの滞留人口})$$

(3) 重傷者数

建物倒壊による被害の重傷者数の予測は、近年の地震の鳥取県西部地震、新潟県中越地震、新潟県中越沖地震、能登半島地震、岩手・宮城内陸地震の主な被災市町村、東北地方太平洋沖地震の内陸被災市町村の建物被害数（全壊棟数、全半壊棟数）と重傷者数との関係を使用する。

（木造建物における重傷者数）

$$=0.100 \times (\text{揺れによる木造全壊棟数}) \times \alpha w \times \beta w$$

（非木造建物における重傷者数）

$$=0.100 \times (\text{揺れによる非木造全壊棟数}) \times \alpha n \times \beta n$$

（木造建物内滞留率） αw

$$= (\text{発生時刻の木造建物内滞留人口}) \\ \div (\text{朝 5 時の木造建物内滞留人口})$$

（非木造建物内滞留率） αn

$$= (\text{発生時刻の非木造建物内滞留人口}) \\ \div (\text{朝 5 時の非木造建物内滞留人口})$$

（建物 1 棟当たり滞留人口の全建物に対する木造建物の比率(時間帯別)） βw

$$= (\text{木造建物 1 棟あたりの滞留人口}) \\ \div (\text{全建物 1 棟あたりの滞留人口})$$

（建物 1 棟当たり滞留人口の全建物に対する非木造建物の比率(時間帯別)） βn

$$= (\text{非木造建物 1 棟あたりの滞留人口}) \\ \div (\text{全建物 1 棟あたりの滞留人口})$$

3.1.3 予測式

(木造建物内死者数)

$$=t_w \times (\text{市区町村の揺れによる木造全壊棟数}) \times (\text{木造建物内滞留率})$$

(非木造建物内死者数)

$$=t_n \times (\text{市区町村の揺れによる非木造全壊棟数}) \times (\text{非木造建物内滞留率})$$

(木造建物における負傷者数)

$$=0.177 \times (\text{揺れによる木造全半壊棟数}) \times \alpha_w \times \beta_w$$

(非木造建物における負傷者数)

$$=0.177 \times (\text{揺れによる非木造全半壊棟数}) \times \alpha_n \times \beta_n$$

(木造建物における重傷者数)

$$=0.100 \times (\text{揺れによる木造全壊棟数}) \times \alpha_w \times \beta_w$$

(非木造建物における重傷者数)

$$=0.100 \times (\text{揺れによる非木造全壊棟数}) \times \alpha_n \times \beta_n$$

3.1.4 使用データ

- ①揺れによる全壊棟数（構造別）（今回計算）
- ②揺れによる全半壊棟数（構造別）（今回計算）
- ③建物棟数データ（構造別）（市町村固定資産税台帳）
- ④夜間人口（木造・非木造）（国勢調査）
- ⑤滞留者・移動者比率（時間帯別）（内閣府）

3.2 津波による人的被害

3.2.1 想定概要

津波による人的被害予測は、津波浸水域において津波が到達する時間までに避難が完了できなかった者が津波に巻き込まれたものとし、そこでの浸水深をもとに死者数・負傷者数を算出する。

3.2.2 予測手法

津波による人的被害は、以下に示すように①避難行動（避難の有無、避難開始時期）、②津波到達時間までの避難完了可否、③津波に巻き込まれた場合の死者発生度合の3つに分けて設定する。

なお、揺れによる建物倒壊に伴う自力脱出困難者は津波からの避難ができないものとする。

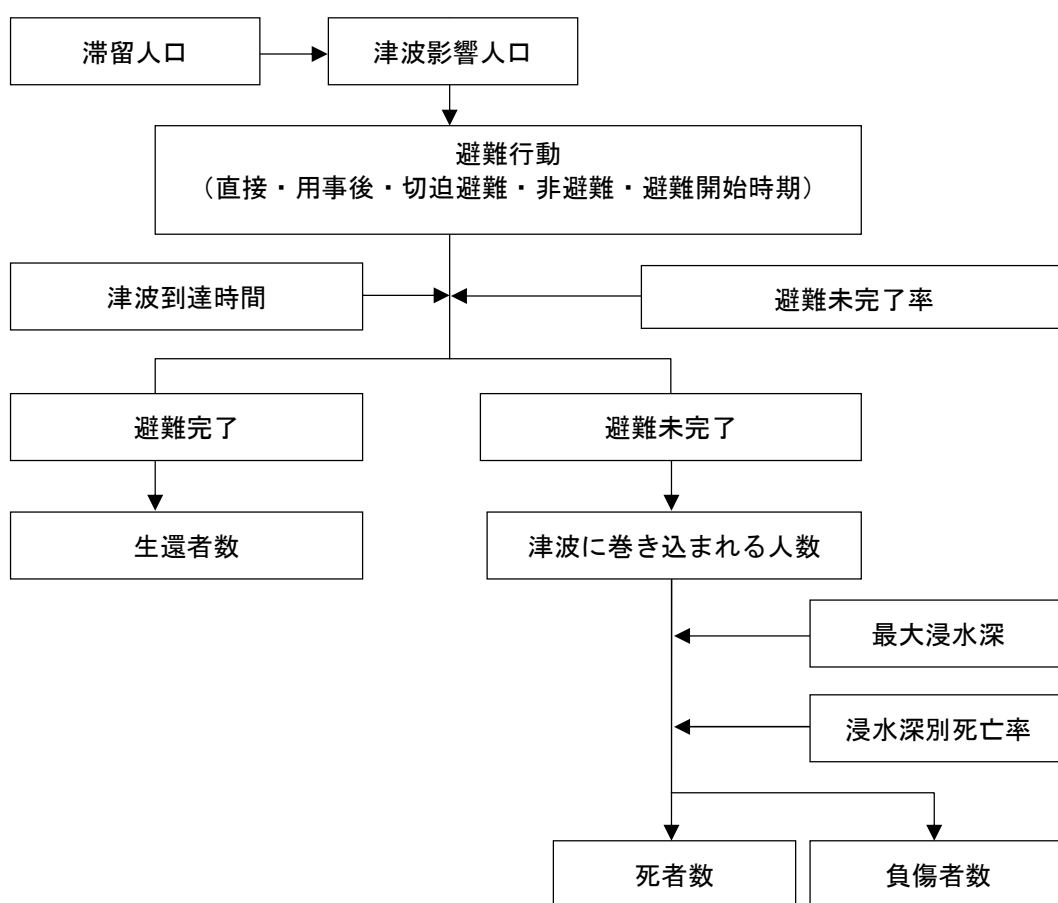


図 3.2.1 津波による被害予測フロー

死者数＝津波に巻き込まれる人数×浸水深別死亡率

負傷者数＝津波に巻き込まれる人数－死者数

(1) 避難行動（避難の有無、避難開始時期）

東日本大震災の被災地域での調査結果（「津波避難等に関する調査結果」（内閣府・消防庁・気象庁））及び過去の津波被害（北海道南西沖地震、日本海中部地震）の避難の状況を踏まえ、以下の4つの避難パターンがあるが、今回はこのうちの2パターンを検討する。

表 3.2.1 避難の有無、避難開始時期の設定

	避難行動別の比率		
	避難する		切迫避難あるいは避難しない
	すぐに避難する (直接避難)	避難するがすぐには避難しない (用事後避難)	
全員が発災後すぐに避難を開始した場合 (避難開始迅速化)	100%	0%	0%
早期避難者比率が高く、さらに津波情報の伝達や避難の呼びかけが効果的に行われた場合 (早期避難率高+呼びかけ)	70% (※1)	30% (※2)	0% (※3)
早期避難者比率が高い場合 (早期避難率高)	70% (※1)	20% (※2)	10% (※4)
早期避難者比率が低い場合 (早期避難率低)	20% (※5)	50% (※2)	30% (※6)

出典：南海トラフの巨大地震の被害想定項目及び手法の概要（中央防災会議；平成 25 年 3 月）

- ※1：すぐに避難した人の割合が最も高い市で約 67%であった。また、従来の被害想定では北海道南西沖地震の事例から意識の高いケースとして 70%としている。これらを踏まえて、従来想定どおりの 70%と設定
- ※2：全体から「すぐに避難する」＋「切迫避難あるいは避難しない」の割合を引いた数値として設定
- ※3：津波情報や避難の呼びかけを見聞きしている中でそれをもって避難のきっかけとなった場合、切迫避難の割合が一番低い市で 0%である。また、従来の被害想定では意識が高い場合に 2%としている。
- ※4：従来の被害想定では意識が高い場合に避難しない人の割合を 2%としているが、東日本大震災では意識の高い地域でも 6.5%もの人が避難しなかった（死者含む）ことを踏まえて設定。
- ※5：すぐに避難した人の割合が最も低い市で約 35%であった。また、従来の被害想定では日本海中部地震の事例から意識の低いケースとして 20%としている。この市は避難意識の高い地域と考えられるが、それでも予想を超えて津波浸水の被害を受けた地区が多いこと等もあり、早期避難率は低い。他の地域は相対的により意識の低い地域が多いと考えられることから、以上を踏まえて、従来想定どおりの 20%と設定
- ※6：切迫避難（死者含む）の割合が高い市で 25%～約 27%であった。また、従来の被害想定では意識が低い場合に 32%としている。これらを踏まえて 30%と設定

(2) 避難未完了率

発災時の所在地から安全な場所まで避難完了できない人の割合、つまり避難未完了率については以下の考え方で算定する。

1) 避難判定方法

(a) 要避難メッシュの特定

最大津波浸水深が **30cm**以上となる要避難メッシュを特定

(b) 避難先メッシュの設定

各要避難メッシュ（避難元メッシュ）から最短距離にあり、かつ避難元メッシュよりも津波浸水深 **1cm** 到達時間が長い、津波浸水深 **30cm** 未満の避難先メッシュを特定する。

(c) 避難距離の算定

メッシュ中心間の直線距離の **1.5** 倍を避難距離とする。

(d) 避難完了所要時間の算定

各要避難メッシュについて、避難距離を避難速度（東日本大震災の実績から平均時速 **2.65km/h** と設定）で割って避難完了所要時間を算出。なお、避難開始時間は、昼間発災時は、直接避難者で発災 **5** 分後、用事後避難者で **15** 分後とし、切迫避難者は当該メッシュに津波が到達してから避難するものとする。

(e) 避難成否の判定

各要避難メッシュについて、避難先メッシュの隣接メッシュにおける浸水深 **30cm** 到達時間と避難先メッシュまでの避難完了所要時間を比較し、避難行動者別に避難成否を判定する。

なお、東北地方太平洋沖地震は昼間の発生であったが、夜間発災の場合にはより避難が遅れることが想定される。夜間の場合には、避難開始は昼間に比べてさらに **5** 分準備に時間がかかると仮定するとともに、避難速度も昼間の **80%** に低下するものとする。

ただし、発災直後に堤防等が沈下することで直ちに浸水が始まるエリアについては、避難行動者別に避難成否を判定する。

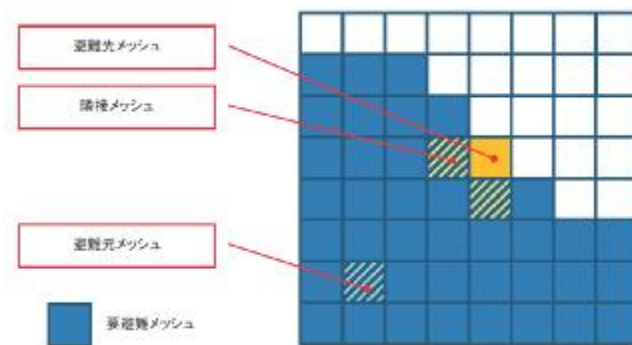


図 3.2.2 避難メッシュの考え方

出典：南海トラフの巨大地震の被害想定項目及び手法の概要（中央防災会議；平成 25 年 3 月）

2) 高層階滞留者の考慮

襲来する津波の最大浸水深に応じてそれよりも高い高層階の滞留者は避難せずにとどまることができる場合を考慮する。

最大浸水深別の避難対象者を次のように設定する。

表 3.2.2 最大浸水深別の避難対象者

最大浸水深	避難対象者
30cm以上 6m未満	1、2階滞留者が避難
6m以上 15m未満	1～5階滞留者が避難
15m以上 30m未満	1～10階滞留者が避難
30m以上の場合	全員避難

出典：南海トラフの巨大地震の被害想定項目及び手法の概要（中央防災会議；平成 25 年 3 月）

3) 津波避難ビル等の考慮

浸水域内に津波避難ビルが整備されているところでは、浸水域内にいる人は津波避難ビルに逃げ込むことで助かることができる。ここでは、津波避難ビルによる人的被害軽減効果を考慮する。

津波避難ビル等の指定数及び 1 棟当たり収容人数については大阪府における津波避難ビルに関する数値を用いる。（なお、1 棟当たり収容人数が不明な津波避難ビルについては、全国調査が行われている「津波避難ビル等に関する実態調査結果について」（国土交通省、平成 23 年 12 月 27 日）より、558 人/棟とする。）

$$\begin{aligned} & \text{(収容可能人数)} \\ & = \{ \pi \times (\text{避難距離 } m)^2 \} \times 0.5 \times \text{周辺人口密度 (人/m}^2\text{)} \\ & \text{(周辺人口密度 (人/m}^2\text{))} \\ & = \text{津波浸水区域人口 (人)} \div \text{津波浸水面積 (m}^2\text{)} \\ & \text{(避難距離 (m))} \\ & = \{ 44.2(\text{m/分}) \times \text{避難時間 (分)} \} \div 1.5 \end{aligned}$$

求めた(1 棟当たり収容人数)と(収容可能人数)を比較して少ない方を最終的な津波避難ビルへの収容可能人数とする。

津波避難ビル考慮前の津波による人的被害数に対して、津波避難ビルへの収容可能人数分だけ人的被害が軽減されるものとする。

4) 浸水深別死者率

津波に巻き込まれた際の死者率については、死亡率曲線（浸水深 30cm 以上で死者発生、浸水深 1m で全員死亡）で死亡率を算出する。なお、死亡以外は全員が負傷するものと仮定する。

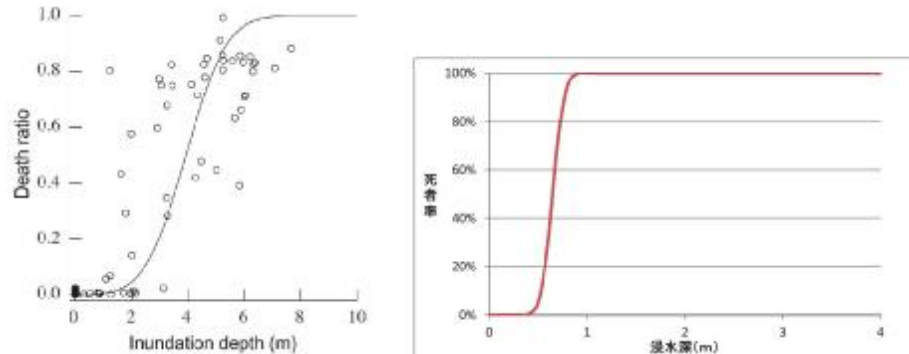


図 3.2.3 津波に巻き込まれた場合の死者率

出典：南海トラフの巨大地震の被害想定項目及び手法の概要（中央防災会議；平成 25 年 3 月）

5) 揺れによる建物倒壊に伴う死者及び自力脱出困難者の考慮

浸水域内における揺れによる建物倒壊に伴う死者については、建物倒壊による死者としてカウントするものとする。

浸水域内における揺れによる建物倒壊に伴う自力脱出困難者（うち生存者）については、津波による死者としてカウントするものとする（近隣住民等による救助活動が行われずに、建物倒壊により閉じ込められた状態で浸水する可能性があるとともに、浸水地域の救助活動が難航し、一定時間を経過すると生存率が低下することを考慮）。

6) 年齢構成を考慮した死傷者数の算定

東日本大震災における岩手、宮城、福島の前被災地域では、生存者においては高齢者ほど直後の避難率が高い傾向があるが、65 歳以上及び 75 歳以上の方は結果として死者率が他年齢に比べて高い。

よって、年齢構成が東日本大震災の前被災地の状況よりも高齢化していれば津波に巻き込まれる可能性がより高いものとする。

全国における年齢構成を考慮した人的被害を推定するため、平成 22 年国勢調査に基づく市区町村別の年齢区分比率をもとにして、次式により人的被害補正係数を算出し、算出した市区町村別死傷者数に掛け合わせるものとする。

$$\begin{aligned} & \text{(市区町村別の人的被害補正係数)} \\ & = \sum (\text{年齢区分別比率} \times \text{年齢区分別重み係数}) \\ & = 15 \text{ 歳未満人口比率} \times 0.34 + 15 \sim 64 \text{ 歳人口比率} \times 0.62 \\ & \quad + 65 \sim 74 \text{ 歳人口比率} \times 1.79 + 75 \text{ 歳以上人口比率} \times 2.81 \end{aligned}$$

7) 夏期の海水浴客等観光客等の考慮

浸水域内に海水浴場等が存在するところでは、夏期のピーク時には住民数（夜間人口・昼間人口）と比較しても無視できない人数の海水浴客が存在することから、津波による人的被害の算定において、海水浴客の被害を想定する。

海水浴入り込み数（7・8月の月単位データ）をもとに、7・8月中の休日及び盆休み等に集中すること、ピーク時には一日単位利用者数の100%がいることを仮定し、これらの海水浴客等観光客の分だけ津波浸水域内人口が増加すると考えて、海水浴客人的被害増加率を設定する。

この他、浸水域内の鉄道利用者や集客施設等への来場者数についても加味する。

3.2.3 予測式

（死者数）＝（津波に巻き込まれる人数）×（浸水深別死亡率）

（負傷者数）＝（津波に巻き込まれる人数）－（死者数）

3.2.4 使用データ

- ①人口（国勢調査）
- ②津波浸水深（平成25年8月20日公表）
- ③津波避難ビル（市町村からの提供データ）
- ④京阪神都市圏パーソントリップ調査
- ⑤大都市圏交通センサス
- ⑥海水浴等観光客数（市町村提供データ）

3.3 急傾斜地崩壊による人的被害

3.3.1 想定概要

急傾斜地崩壊による予測は、揺れにより引き起こされた斜面の崩壊（崖崩れ）により家屋が倒壊した場合の死者数・負傷者数・重傷者数を算出する。

3.3.2 予測手法

急傾斜地崩壊による被害予測は、東京都防災会議（1991）の手法に従い、1967年から1981年までの崖崩れの被害実態から求められた、被害棟数と死者数・負傷者数・重傷者数との関係式により、人的被害を算出する。

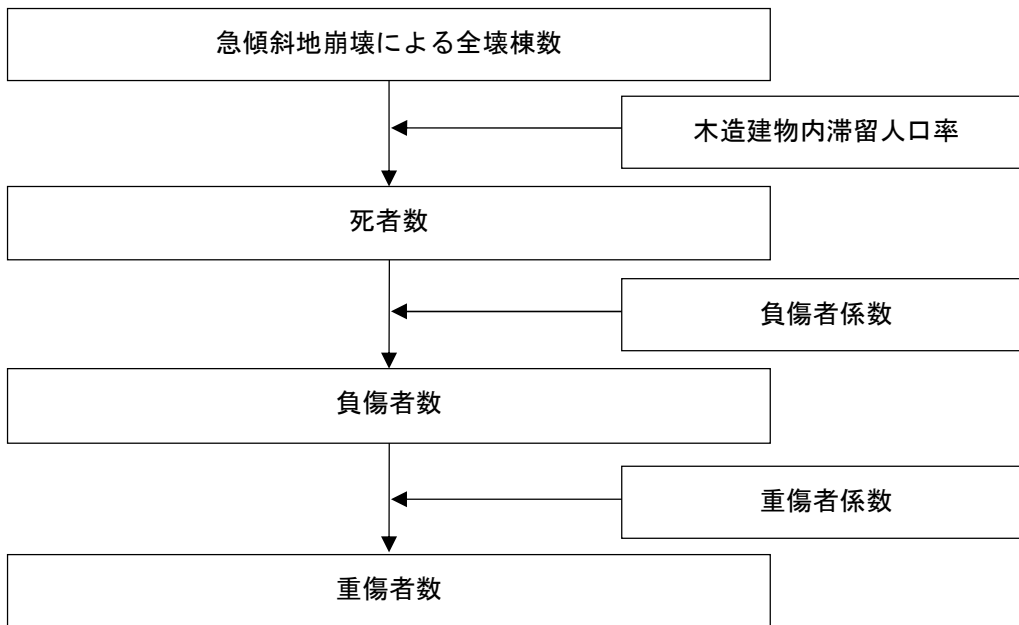


図 3.3.1 急傾斜地崩壊による被害予測フロー

$$\begin{aligned} \text{死者数} &= 0.098 \times \text{急傾斜地崩壊による全壊棟数} \times 0.7 \\ &\quad \times \text{木造建物内滞留者人口比率} \\ \text{負傷者数} &= 1.25 \times \text{死者数} \\ \text{重傷者数} &= \text{負傷者数} \div 2 \end{aligned}$$

(1) 急傾斜地崩壊による人的被害

崖崩れによる建物被害と死者数、負傷者数、重傷者数の関係を以下の式とする。

$$\begin{aligned}(\text{死者数}) &= 0.098 \times (\text{急傾斜地崩壊による全壊棟数}) \times 0.7 \\ &\quad \times (\text{木造建物内滞留者人口比率}) \\ (\text{負傷者数}) &= 1.25 \times (\text{死者数}) \\ (\text{重傷者数}) &= (\text{負傷者数}) \div 2 \\ &\quad (\text{木造建物内滞留人口比率}) \\ &= (\text{発生時刻の木造建物内滞留人口}) \\ &\quad \div (\text{木造建物内滞留人口の 24 時間平均})\end{aligned}$$

3.3.3 予測式

$$\begin{aligned}(\text{死者数}) &= 0.098 \times (\text{急傾斜地崩壊による全壊棟数}) \times 0.7 \\ &\quad \times (\text{木造建物内滞留者人口比率}) \\ (\text{負傷者数}) &= 1.25 \times (\text{死者数}) \\ (\text{重傷者数}) &= (\text{負傷者数}) \div 2\end{aligned}$$

3.3.4 使用データ

- ①急傾斜地崩壊による全壊棟数（今回計算）
- ②滞留者・移動者比率（時間帯別）（内閣府）

3.4 火災による人的被害

3.4.1 想定概要

火災による被害は、炎上出火火災からの逃げ遅れ、倒壊後に焼失した家屋内の救出困難者、延焼拡大時の逃げまどいの3つの火災による死者数・負傷者数を算出する。

3.4.2 予測手法

火災による人的被害は、以下に示すように「炎上出火家屋内からの逃げ遅れ」、「倒壊後に焼失した家屋内の救出困難者」、「延焼拡大時の逃げまどい」を死者発生シナリオに基づき、関係式を用いて死者数・負傷者数を求める。

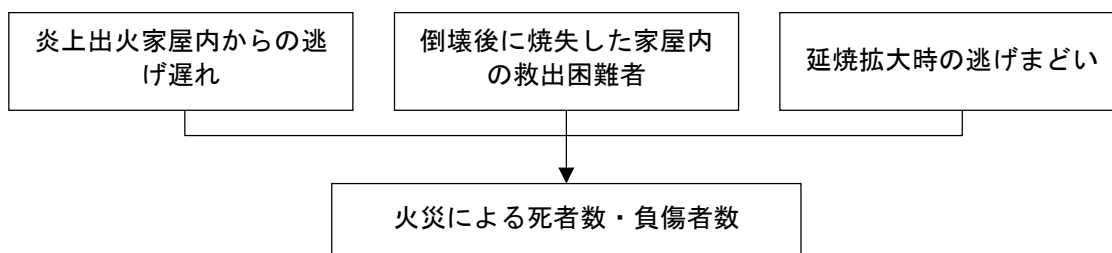


図 3.4.1 火災による被害予測フロー

炎上出火家屋内から逃げ遅れた死者数 $= 0.046 \times \text{出火件数} \times \text{屋内滞留人口比率}$ 閉込めによる死者数 $= \text{倒壊かつ焼失家屋内の救出困難な人} \times (1 - 0.387(\text{生存救出率}))$ 延焼拡大時の逃げまどいによる死者数 $= \text{Log}\{(\text{全潰死者数} + \text{火災死者数}) \div (\text{全潰死者数})\} = 1.5 \times \text{世帯焼失率}$ 出火直後の火災による重傷者数 $= 0.075 \times \text{出火件数} \times \text{屋内滞留人口比率}$ 出火直後の火災による軽傷者数 $= 0.187 \times \text{出火件数} \times \text{屋内滞留人口比率}$ 延焼火災による重傷者数 $= 0.0053 \times \text{焼失人口}$ 延焼火災による軽傷者数 $= 0.0136 \times \text{焼失人口}$

表 3.4.1 火災による死者発生シナリオ

死者発生シナリオ	備考
炎上出火家屋内からの逃げ遅れ	出火直後：突然の出火により逃げ遅れた人 (揺れによる建物倒壊を伴わない)
倒壊後に焼失した家屋内の救出困難者(閉じ込め)	出火直後：揺れによる建物被害で建物内に閉じ込められた後に出火し、逃げられない人 延焼中：揺れによる建物被害で建物内に閉じ込められた後に延焼が及び、逃げられない人
延焼拡大時の逃げまどい	延焼中：建物内には閉じ込められていないが、避難にとまどっている間に延焼が拡大し、巻き込まれて焼死する人

(1) 死者数

1) 炎上出火家屋内からの逃げ遅れ

炎上出火家屋内から逃げ遅れた死者数は以下の式から求める。

$$\begin{aligned} & \text{(炎上出火家屋内から逃げ遅れた死者数)} \\ & = 0.046^* \times \text{出火件数} \times \text{(屋内滞留人口比率)} \\ & \quad \text{(屋内滞留人口比率)} \\ & \quad = \text{(発生時刻の屋内滞留人口)} \\ & \quad \quad \div \text{(屋内滞留人口の 24 時間平均)} \\ & \quad \quad \text{※係数 0.046 は、平成 17 年～22 年の 5 年間の全国における 1 建物出火 (放火を除く) 当たりの死者数} \end{aligned}$$

2) 倒壊後に焼失した家屋内の救出困難者 (閉じ込め)

倒壊後に焼失した家屋内の閉じ込めによる死者数は以下の式から求める。

$$\begin{aligned} & \text{(閉じ込めによる死者数)} \\ & = \text{(倒壊かつ焼失家屋内の救出困難な人)} \times (1 - 0.387 \text{ (生存救出率)}) \\ & \quad \text{(倒壊かつ焼失家屋内の救出困難な人)} \\ & \quad = (1 - 0.72 \text{ (早期救出可能な割合)}) \\ & \quad \quad \times \text{(倒壊かつ焼失家屋内の要救助者数)} \\ & \quad \quad \text{(倒壊かつ焼失家屋内の要救助者数)} \\ & \quad = \text{(建物倒壊による自力脱出困難者数)} \\ & \quad \quad \times \text{(倒壊かつ焼失の棟数} \div \text{倒壊建物数)} \end{aligned}$$

3) 延焼拡大時の逃げまどい

延焼拡大時の逃げまどいによる死者数は、諸井・武村 (2004) による関東大震災における「火災による死者の増加傾向」に係る推定式を適用する。

$$\text{Log}\{ (\text{全潰死者数} + \text{火災死者数}) / (\text{全潰死者数}) \} = 1.5 \times \text{世帯焼失率}$$

※炎上家屋内における死傷者及び延焼家屋内における死傷者数とのダブルカウントの除去を行う。

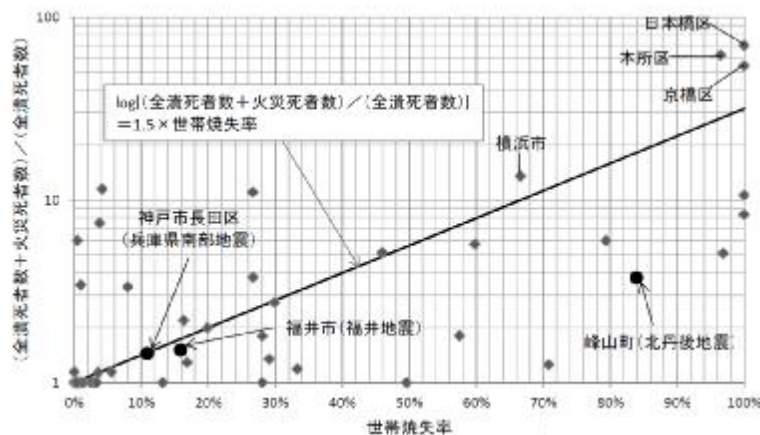


図 3.4.2 火災による死者の増加傾向

(諸井・武村 (2004) より作成。北丹後地震・福井地震・兵庫県南部地震を加筆)
出典：南海トラフの巨大地震の被害想定項目及び手法の概要 (中央防災会議；平成 25 年 3 月)

(2) 負傷者数

1) 炎上出火家屋内からの逃げ遅れ

炎上出火家屋内からの逃げ遅れによる負傷者数は以下の式から求める。

$$\begin{aligned} & \text{(出火直後の火災による重傷者数)} \\ & = 0.075 \times \text{出火件数} \times \text{(屋内滞留人口比率)} \\ & \text{(出火直後の火災による軽傷者数)} \\ & = 0.187 \times \text{出火件数} \times \text{(屋内滞留人口比率)} \\ & \text{(屋内滞留人口比率)} \\ & = \text{(発生時刻の屋内滞留人口)} \\ & \quad \div \text{(屋内滞留人口の 24 時間平均)} \end{aligned}$$

2) 延焼拡大時の逃げまどい

延焼拡大時の逃げまどいによる負傷者数は以下の式から求める。

$$\begin{aligned} & \text{(延焼火災による重傷者数)} = 0.0053 \times \text{焼失人口} \\ & \text{(延焼火災による軽傷者数)} = 0.0136 \times \text{焼失人口} \\ & \text{(焼失人口)} \\ & = \text{(市区町村別焼失率)} \times \text{(発生時刻の市区町村別滞留人口)} \end{aligned}$$

3.4.3 予測式

$$\begin{aligned} & \text{(炎上出火家屋内から逃げ遅れた死者数)} \\ & = 0.046 \times \text{出火件数} \times \text{(屋内滞留人口比率)} \\ & \text{(閉込めによる死者数)} \\ & = \text{(倒壊かつ焼失家屋内の救出困難な人)} \times (1 - 0.387 \text{ (生存救出率)}) \\ & \text{(延焼拡大時の逃げまどいによる死者数)} \\ & = \text{Log}\{ (\text{全潰死者数} + \text{火災死者数}) \div (\text{全潰死者数}) \} = 1.5 \times \text{世帯焼失率} \\ & \text{(出火直後の火災による重傷者数)} \\ & = 0.075 \times \text{出火件数} \times \text{(屋内滞留人口比率)} \\ & \text{(出火直後の火災による軽傷者数)} \\ & = 0.187 \times \text{出火件数} \times \text{(屋内滞留人口比率)} \\ & \text{(延焼火災による重傷者数)} \\ & = 0.0053 \times \text{焼失人口} \\ & \text{(延焼火災による軽傷者数)} \\ & = 0.0136 \times \text{焼失人口} \end{aligned}$$

3.4.4 使用データ

- ① 滞留人口 (国勢調査)
- ② 出火件数 (今回計算)
- ③ 自力脱出困難者数 (今回計算)

3.5 ブロック塀による人的被害

3.5.1 想定概要

ブロック塀による人的被害は、ブロック塀が予想される建物棟数と人口データより、これに伴う死傷者数、屋内落下物に伴う死傷者数を算出する。

3.5.2 予測手法

ブロック塀等の転倒による被害は、東京都（H9）、静岡県（H12）に基づき、宮城県沖地震（1978）時のブロック塀等の被害件数と死傷者数との関係から死傷者率を設定する。また、地震発生時刻の建物内滞留状況について考慮する。

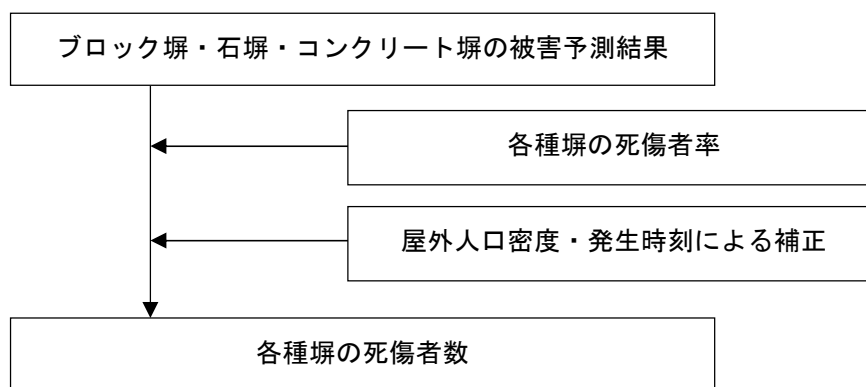


図 3.5.1 ブロック塀による被害予測フロー

$$\begin{aligned}
 & \text{死傷者数} \\
 & = \text{死傷者率} \times \text{市区町村別のブロック塀等被害件数} \\
 & \quad \times \text{市区町村別時刻別移動者数} \div \text{市区町村別 18 時移動者数} \\
 & \quad \times \left(\text{市区町村別屋外人口密度} \div 1689.16^{**} \text{ (人/km}^2\text{)} \right)
 \end{aligned}$$

※宮城県沖地震の当時の仙台市の屋外人口密度

表 3.5.1 死傷者率 (=倒壊 1 件当たり死傷者数)

死者率	負傷者率	重傷者率
0.00116	0.04	0.0156

出典：南海トラフの巨大地震の被害想定項目及び手法の概要（中央防災会議；平成 25 年 3 月）
（宮城県沖地震当時の被害から設定した数値）

3.5.3 予測式

（死傷者数）

$$\begin{aligned}
 & = \left(\text{死傷者率} \right) \times \left(\text{市区町村別のブロック塀等被害件数} \right) \\
 & \quad \times \left(\text{市区町村別時刻別移動者数} \right) \div \left(\text{市区町村別 18 時移動者数} \right) \\
 & \quad \times \left(\text{市区町村別屋外人口密度} \right) \div 1689.16^{**} \text{ (人/km}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

※宮城県沖地震の当時の仙台市の屋外人口密度

3.5.4 使用データ

- ①ブロック塀被害数（内閣府）
- ②人口（国勢調査）

3.6 自動販売機の転倒による人的被害

3.6.1 想定概要

自動販売機の転倒による人的被害は、自動販売機の転倒が予想される建物棟数と人口データより、これに伴う死傷者数、屋内落下物に伴う死傷者数を算出する。

3.6.2 予測手法

自動販売機の転倒による被害は、既往災害等による被害事例や被害想定手法の検討例は存在しないため、ブロック塀の倒壊による死傷者算定式を適用するが、ブロック塀と自動販売機の幅の違いによる死傷者率の違いを考慮する。

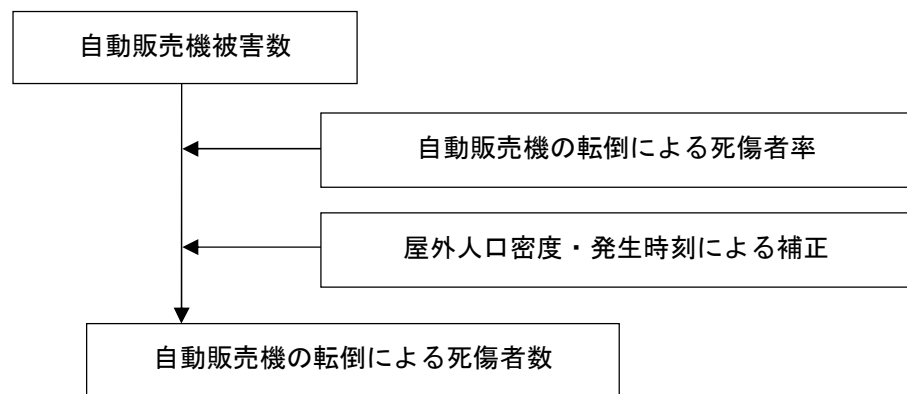


図 3.6.1 自動販売機の転倒による被害予測フロー

死傷者数

$$\begin{aligned} &= \text{死傷者率} \times \text{市区町村別の自動販売機被害件数} \\ &\quad \times \text{市区町村別時刻別移動者数} \div \text{市区町村別 18 時移動者数} \\ &\quad \times (\text{市区町村別屋外人口密度} \div 1689.16^* (\text{人}/\text{km}^2)) \end{aligned}$$

※宮城県沖地震の当時の仙台市の屋外人口密度

(1) 自動販売機の転倒による死傷者率

自動販売機の転倒による死傷者率は、ブロック塀等の転倒と同じ値を用いるが、ブロック塀と自動販売機の幅による補正を行う。

(2) 自動販売機の転倒による死傷者数

自動販売機の転倒による死傷者数は、死傷者率と転倒件数により屋外人口を考慮して推定する。

死傷者率は、以下を使用する。

表 3.6.1 死傷者率（＝倒壊 1 件当たり死傷者数）

死傷者率	負傷者率	重傷者率
0.00116	0.04	0.0156

なお、死傷者率は、1978年の宮城県沖地震時の仙台市の屋外人口密度（1689.16/km²）を前提にしており、大阪府の市区町村における屋外人口密度に応じて補正する。

補正に用いる市区町村別屋外人口密度は、以下の式で求める。

$$\begin{aligned} & \text{(市区町村別屋外人口密度)} \\ & = \text{(市区町村別屋外人口 (時間別))} \\ & \quad \div \text{(各市区町村で人口が確認された面積 (km}^2\text{))} \end{aligned}$$

3.6.3 予測式

$$\begin{aligned} & \text{(死傷者数)} \\ & = \text{(死傷者率)} \times \text{(市区町村別の自動販売機被害件数)} \\ & \quad \times \text{(市区町村別時刻別移動者数} \div \text{(市区町村別 18 時移動者数))} \\ & \quad \times \text{(市区町村別屋外人口密度} \div \text{1689.16} \times \text{(人/km}^2\text{))} \end{aligned}$$

3.6.4 使用データ

- ①自動販売機被害数（今回計算）
- ②人口（国勢調査）
- ③木造建物平均面積（市町村固定資産税台帳）

3.7 屋外落下物による人的被害

3.7.1 想定概要

屋外落下物による人的被害は、屋外落下物が予想される建物棟数と人口データより、これに伴う死傷者数、屋内落下物に伴う死傷者数を算出する。

3.7.2 予測手法

屋外落下物については、宮城県沖地震（1978）時の落下物による被害事例に基づく、屋外落下物及び窓ガラスの屋外落下による死傷者率を設定する。

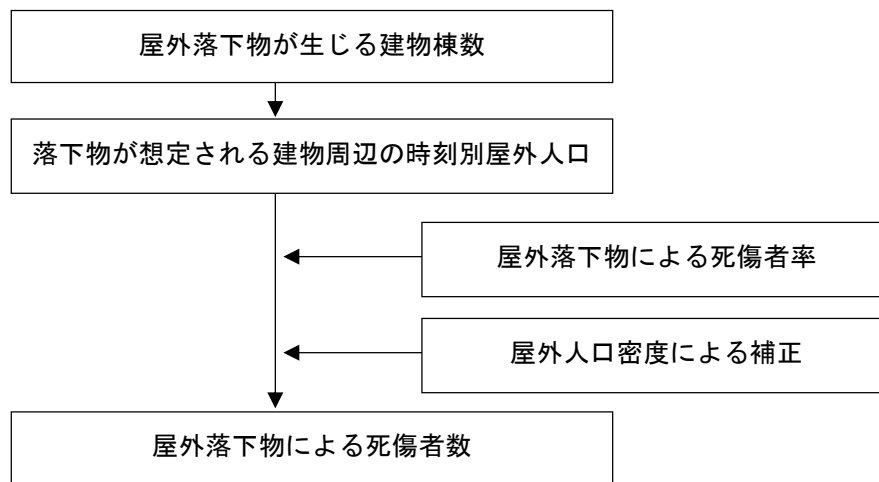


図 3.7.1 屋外落下物による被害予測フロー

$$\begin{aligned} & \text{死傷者数} \\ & = \text{死傷者率} \times (\text{市区町村別の落下危険性のある落下物を保有する建物棟数} \\ & \quad \div \text{市区町村別建物棟数} \times \text{市区町村別時刻別移動者数}) \\ & \quad \times (\text{市区町村別屋外人口密度} \div 1689.16(\text{人}/\text{km}^2)) \end{aligned}$$

(1) 落下物が想定される建物周辺の時刻別屋外人口

落下物が想定される建物周辺の時刻別屋外人口は、メッシュ内の昼夜間人口と滞留人口により推定する。

(2) 屋外落下物による死傷者数

屋外落下物により死傷者数は、落下の危険性のある落下物を保有する建物数と、屋外人口、時刻別移動者数及び死傷者率より求める。

1) 屋外落下物が生じる建物棟数

(a) 落下危険性のある屋外落下物を保有する建物棟数比率

落下危険性のある屋外落下物を保有する建物棟数比率は、東京都の調査結果（東京都(H9)）をもとに、対象となる建物の築年別に設定する。

表 3.7.1 落下危険性のある屋外落下物を保有する建物棟数比率

建築年代	飛散物（窓ガラス、壁面等）	飛散物（吊り看板等）
～昭和 45 年	30%	17%
昭和 46 年～55 年	6%	8%
昭和 56 年～	0%	3%

出典：東京都の調査結果

(b) 建物改修率

建物改修率は、東京都（H9）で用いている平均改修率 87%を用いる。

(c) 落下物

落下物の発生が予想される建物のうち落下が生じる建物の割合（落下率）は、東京都（H9）で設定されたブロック塀の被害率と同じ式を用いる。

$$\begin{aligned} & \text{(落下率(\%))} \\ & = -12.6 + 0.07 \times \text{(地表加速度(gal))} \end{aligned}$$

2) 屋外人口、時刻別移動者数

屋外人口、自動別移動者数は、メッシュ内の昼夜間人口と滞留人口より推定する。

3) 死傷者率

死傷者率は、以下を使用する。

表 3.7.2 屋外落下物による死傷者率（＝死傷者数÷屋外人口）

震度階	死者率	負傷者率	重傷者率
7	0.00504%	1.69%	0.0816%
6 強	0.00388%	1.21%	0.0624%
6 弱	0.00239%	0.700%	0.0383%
5 強	0.000604%	0.0893%	0.00945%
5 弱	0%	0%	0%
4 以下	0%	0%	0%

出典：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」（平成 17 年）における屋外落下物（壁面落下）と屋外ガラス被害による死者率の合算値
 ※震度 7 を計測震度 6.5 相当、震度 6 強以下を各震度階の計測震度の中間値として内挿補間する。

なお、市区町村の震度階については、建物があるメッシュに計測震度を加重平均して求める。

$$\begin{aligned} \text{(市区町村の計測震度)} & = \Sigma \text{(建物があるメッシュの計測震度)} \\ & \div \text{(建物があるメッシュ数)} \end{aligned}$$

3.7.3 予測式

(死傷者数)

$$= (\text{死傷者率}) \times \left((\text{市区町村別の落下危険性のある落下物を保有する建物棟数}) \div (\text{市区町村別建物棟数}) \times (\text{市区町村別時刻別移動者数}) \right) \times \left((\text{市区町村別屋外人口密度}) \div 1689.16 (\text{人}/\text{km}^2) \right)$$

3.7.4 使用データ

- ①落下物が生じる建物棟数 (今回計算)
- ②人口 (国勢調査)
- ③計測震度 (今回計算)

3.8 屋内収容物移動・転倒による人的被害

3.8.1 想定概要

屋内収容物移動・転倒による人的被害は、建物被害予測結果と屋内滞留人口より、屋内収容物の移動・転倒に伴う死傷者数を算出する。

3.8.2 予測手法

屋内収容物移動・転倒による人的被害は、木造建物・非木造建物別に屋内収容物の移動・転倒（屋内転倒物）による死者数・負傷者数の算出を行う。

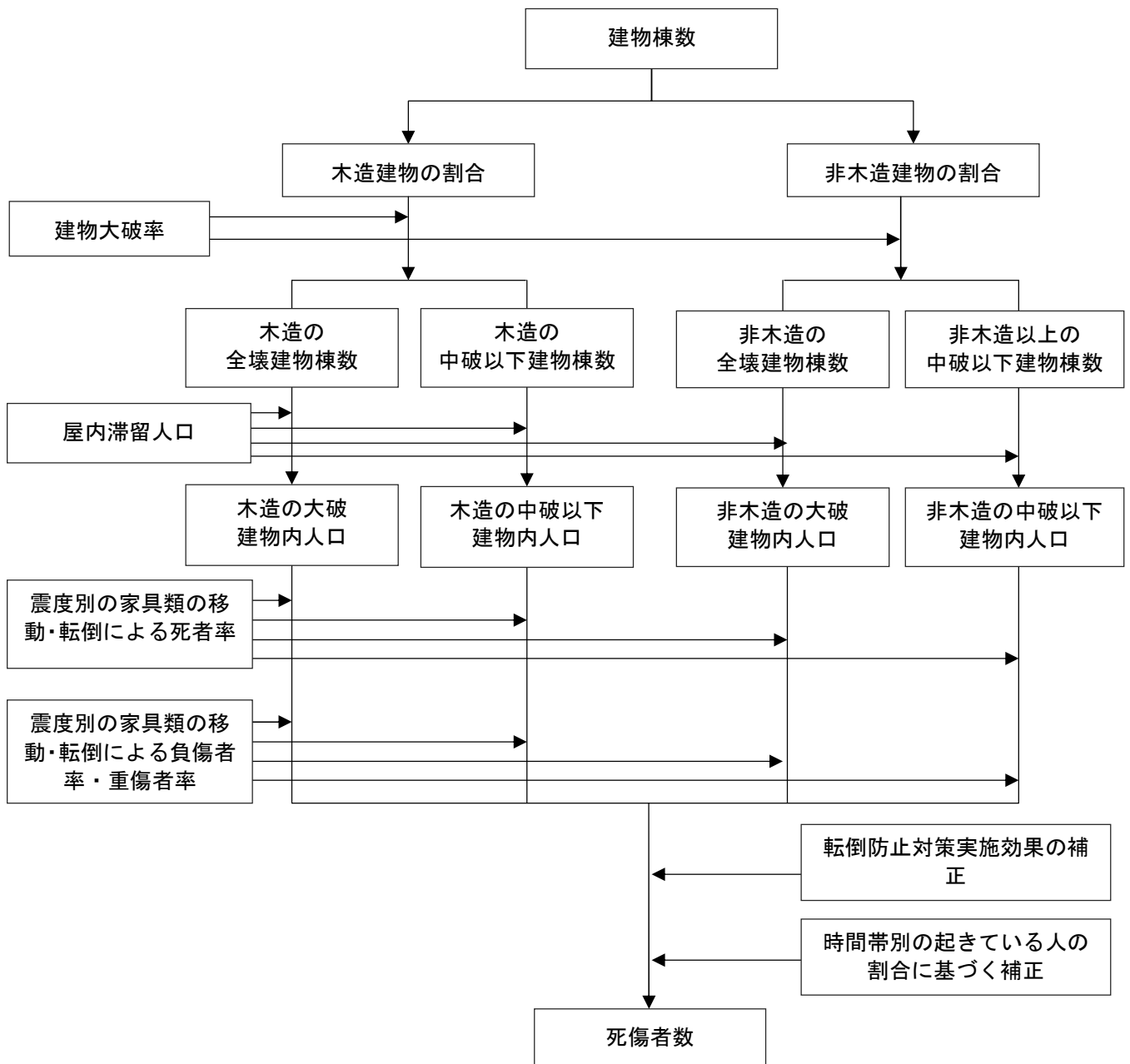


図 3.8.1 屋内転倒物による死傷者数算定フロー

$$\text{屋内収容物の移動・転倒による死傷者数} = \sum (\text{構造別・被害別建物内人口} \times \text{構造別被害別死傷者率})$$

(1) 屋内収容物の移動・転倒（屋内転倒物）

木造建物、非木造建物の別で屋内転倒物による死傷者率を設定する。

震度別死傷者率に対して補正係数を乗じて、阪神・淡路大震災当時の阪神地区との転倒防止実施率の違いによる被害低減状況を補正する。

さらに震度別死傷者率に対して時間帯別補正係数（深夜：1.0、12時・18時：0.82）を乗じて、時間帯による危険性の違いを補正する。

屋内転倒物による死傷者数は揺れによる建物被害の内数として取り扱う。

1) 死者数

死者数は、構造別被害別建物内人口に屋内転倒物による死者率を乗じて求める。

$$\begin{aligned} \text{（死者数）} &= \Sigma \left(\text{（構造別被害別建物内人口）} \right. \\ &\quad \left. \times \text{（屋内転倒物による死者率）} \right) \end{aligned}$$

屋内転倒物による死者率は、以下を使用する。

表 3.8.1 屋内転倒物による死者率

震度階	大破の場合		中破以下の場合	
	木造建物	非木造建物	木造建物	非木造建物
7	0.314%	0.192%	0.00955%	0.000579%
6強	0.255%	0.156%	0.00689%	0.000471%
6弱	0.113%	0.0688%	0.00343%	0.000208%
5強	0.0235%	0%	0.000715%	0.0000433%
5弱	0.00264%	0%	0.0000803%	0.00000487%

出典：南海トラフの巨大地震の被害想定項目及び手法の概要（中央防災会議；平成25年3月）

なお、大破・中破と全壊・半壊の関係は、以下の式より求める。

$$\text{（木造全壊）} = \text{（建物大破）} \div 0.7$$

$$\text{（非木造全壊）} = \text{（非木造大破）}$$

$$\text{（木造半壊）} = \text{（建物中破）} - \text{（木造全壊）} \times 0.3$$

$$\text{（非木造半壊）} = \text{（非木造中破）}$$

2) 負傷者数

負傷者数は、構造別被害別建物内人口に屋内転倒物による負傷者率を乗じて求める。

$$\begin{aligned} \text{（負傷者数）} &= \Sigma \left(\text{（構造別被害別建物内人口）} \right. \\ &\quad \left. \times \text{（屋内転倒物による負傷者率）} \right) \end{aligned}$$

屋内転倒物による負傷者率は、以下を使用する。

表 3.8.2 屋内転倒物による負傷者率

震度階	大破の場合		中破以下の場合	
	負傷者率	重傷者率	負傷者率	重傷者率
7	3.69%	0.995%	0.112%	0.0303%
6強	3.00%	0.809%	0.0809%	0.0218%
6弱	1.32%	0.357%	0.0402%	0.0109%
5強	0.276%	0%	0.00839%	0.00226%
5弱	0.0310%	0%	0.000943%	0.000255%

出典：南海トラフの巨大地震の被害想定項目及び手法の概要（中央防災会議；平成 25 年 3 月）

なお、大破・中破と全壊・半壊の関係は、以下の式より求める。

$$(\text{木造全壊}) = (\text{建物大破}) \div 0.7$$

$$(\text{非木造全壊}) = (\text{非木造大破})$$

$$(\text{木造半壊}) = (\text{建物中破}) - (\text{木造全壊}) \times 0.3$$

$$(\text{非木造半壊}) = (\text{非木造中破})$$

(2) 転倒防止対策実施効果の補正係数

転倒防止対策実施効果の補正は以下の式より求める。

$$\begin{aligned}
 & (\text{転倒防止対策実施効果の補正係数}) \\
 & = (\text{現状での転倒率}^{\ast}) \\
 & \quad \div (\text{阪神・淡路大震災当時の阪神地区での転倒率}^{\ast}) \\
 & = ((100 - \text{現状の対策実施率}) + \text{現状の対策実施率} \times \text{対策後の転倒率}) \\
 & \quad \div ((100 - \text{阪神・淡路の対策実施率}) + \text{阪神・淡路の対策実施率} \\
 & \quad \times \text{対策後の転倒率}) \\
 & = ((100 - \text{現状の対策実施率}) + \text{現状の対策実施率} \times 0.23) \\
 & \quad \div ((100 - 7.8\%) + 7.8\% \times 0.23)
 \end{aligned}$$

大阪府の転倒対策実施率は 28.0% とし、転倒防止対策実施効果の補正係数は 0.835 とする。

(参考) おおさか Q ネット 『防災』 アンケート
(実施期間：2012 年 3 月 2 日～2012 年 3 月 11 日)

回答者数	1727	
家具や冷蔵庫などを固定し、転倒を防止している	483	28.0%

(3) 市区町村別震度別死傷者率

市区町村別の死傷率は震度別死傷者率に、市区町村内の各震度の面積比率で加重平均した値とする。

(市区町村別死傷者率)

$$= \Sigma ((\text{震度別死傷者率}) \times (\text{市区町村内の各震度の面積比率}))$$

3.8.3 予測式

(屋内収容物の移動・転倒による死傷者数)

$$= \Sigma ((\text{構造別・被害別建物内人口}) \times (\text{構造別被害別死傷者率}))$$

3.8.4 使用データ

①建物棟数 (構造別、用途別) (市町村固定資産税台帳)

3.9 屋内落下物による人的被害

3.9.1 想定概要

屋内落下物に伴う死傷者数は、建物被害に基づいて屋内滞留人口より算出する。

3.9.2 予測手法

屋内転倒物と同様、屋内落下物による死傷者数は揺れによる建物被害の死傷者数の内数として取り扱うものとする。

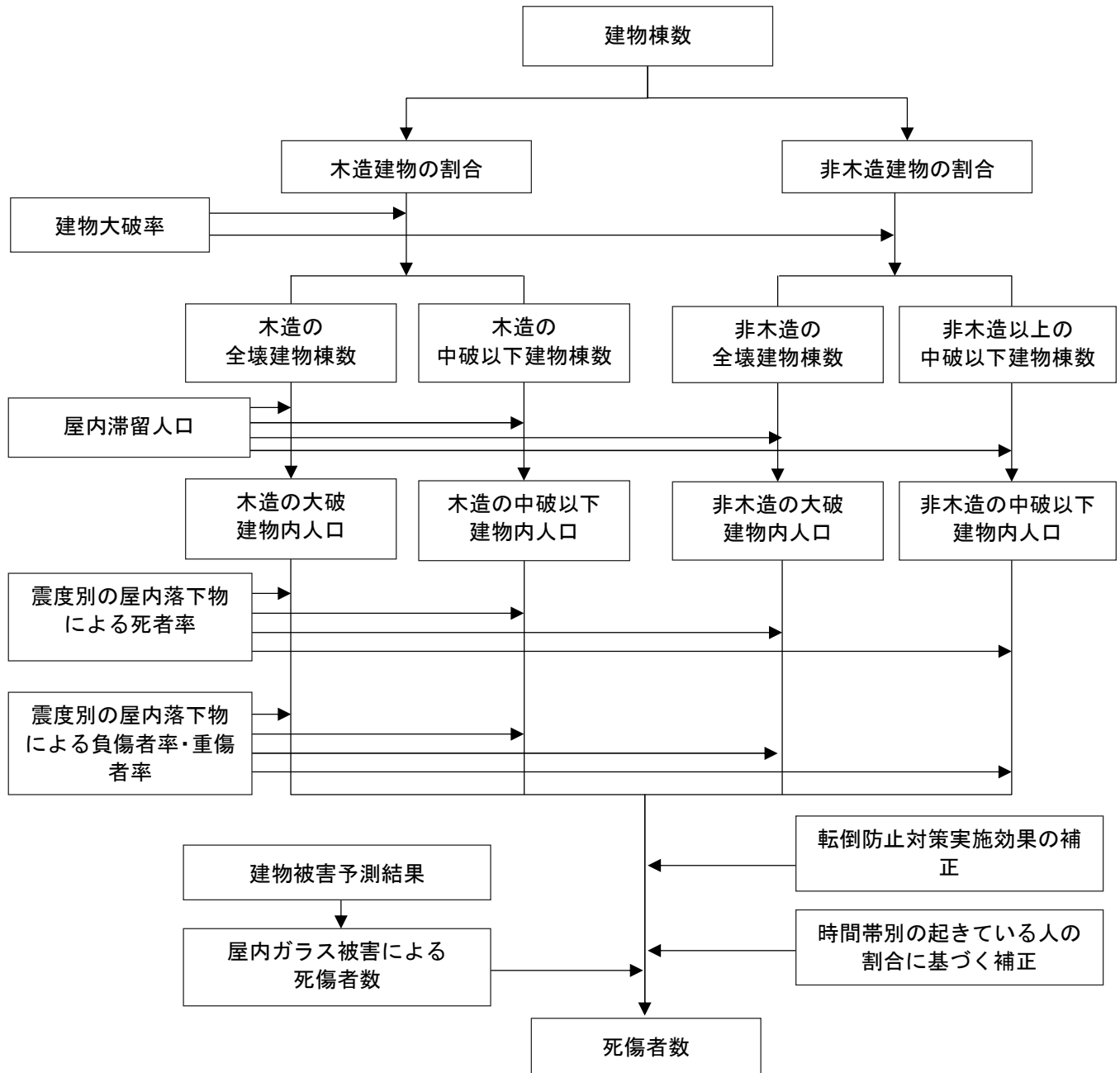


図 3.9.1 屋内落下物による死傷者数算定フロー

$$\text{屋内転倒物による死傷者数} = \text{屋内落下物による死傷者数} + \text{ガラス被害による死傷者数}$$

(1) 屋内落下物による死傷者数

屋内落下物による死傷者数は、構造別被害別建物内人口と屋内落下物による死傷者数より求める。なお、震度別死傷者率に対して時間帯別補正係数（深夜：1.0、12時・18時：0.82）を乗じて、時間帯による危険性の違いを補正する。

1) 死者数

死者数は、構造別被害別建物内人口に屋内落下物による死者率を乗じて求める。構造別被害別建物内人口は、昼夜間人口より推定する。

$$(\text{死者数}) = \Sigma \left((\text{構造別被害別建物内人口}) \times (\text{屋内落下物による死者率}) \right)$$

屋内落下物による死者率は、以下を使用する。

表 3.9.1 屋内落下物による死者率

震度階	大破の場合		中破以下の場合	
	木造建物	非木造建物	木造建物	非木造建物
7	0.0776%	0.0476%	0.00270%	0.000164%
6強	0.0542%	0.0351%	0.00188%	0.000121%
6弱	0.0249%	0.0198%	0.00087%	0.000068%
5強	0.0117%	0%	0.000407%	0.0000404%
5弱	0.00586%	0%	0.0002036%	0.00002275%

出典：南海トラフの巨大地震の被害想定項目及び手法の概要（中央防災会議；平成25年3月）

なお、大破・中破と全壊・半壊の関係は、以下の式より求める。

$$\begin{aligned} (\text{木造全壊}) &= (\text{建物大破}) / 0.7 \\ (\text{非木造全壊}) &= (\text{非木造大破}) \\ (\text{木造半壊}) &= (\text{建物中破}) - (\text{木造全壊}) \times 0.3 \\ (\text{非木造半壊}) &= (\text{非木造中破}) \end{aligned}$$

2) 負傷者数

負傷者数は、構造別被害別建物内人口に屋内転倒物による負傷者率を乗じて求める。

$$(\text{負傷者数}) = \Sigma \left((\text{構造別被害別建物内人口}) \times (\text{屋内落下物による負傷者率}) \right)$$

屋内落下物による負傷者率は、以下を使用する。

表 3.9.2 屋内落下物による負傷者率

震度階	大破の場合		中破以下の場合	
	負傷者率	重傷者率	負傷者率	重傷者率
7	1.76%	0.194%	0.0613%	0.006747%
6強	1.23%	0.135%	0.0428%	0.004710%
6弱	0.566%	0.0623%	0.0197%	0.00216%
5強	0.266%	0%	0.00926%	0.00102%
5弱	0.133%	0%	0.00463%	0.000509%

出典：南海トラフの巨大地震の被害想定項目及び手法の概要（中央防災会議；平成25年3月）

(2) 屋内ガラス被害

屋内ガラス被害は、建物棟数に屋内ガラス被害による死傷者率を乗じて求める。

$$\begin{aligned} & \text{(屋内ガラス被害による死傷者数)} \\ & = \text{(建物棟数)} \times \text{(屋内ガラス被害による死傷者率)} \end{aligned}$$

屋内ガラス被害による死傷者率は、以下を使用する。

表 3.9.3 屋内ガラス被害による死傷者率

震度階	死者率	負傷者率	重傷者率
7	0.00030%	0.056%	0.0080%
6 強	0.00026%	0.049%	0.0069%
6 弱	0.00018%	0.034%	0.0048%
5 強	0.00010%	0.019%	0.0027%
5 弱	0.000022%	0.0041%	0.00058%

出典：南海トラフの巨大地震の被害想定項目及び手法の概要（中央防災会議；平成 25 年 3 月）

(3) 転倒防止対策実施効果の補正係数

転倒防止対策実施効果の補正は以下の式より求める。

$$\begin{aligned} & \text{(転倒防止対策実施効果の補正係数)} \\ & = \text{(現状での転倒率※)} \\ & \quad \div \text{(阪神・淡路大震災当時の阪神地区での転倒率※)} \\ & = \text{((100 - 現状の対策実施率) + 現状の対策実施率} \times \text{対策後の転倒率)} \\ & \quad \div \text{((100 - 阪神・淡路の対策実施率) + 阪神・淡路の対策実施率} \\ & \quad \times \text{対策後の転倒率)} \\ & = \text{((100 - 現状の対策実施率) + 現状の対策実施率} \times \text{0.23)} \\ & \quad \div \text{((100 - 7.8\%) + 7.8\%} \times \text{0.23)} \end{aligned}$$

(4) 市区町村別死傷者率

市区町村別の死傷率は震度別死傷者率に、市区町村内の各震度の面積比率で加重平均した値とする。

$$\begin{aligned} & \text{(市区町村別死傷者率)} \\ & = \Sigma \left(\text{(震度別死傷者率)} \times \text{(市区町村内の各震度の面積比率)} \right) \end{aligned}$$

3.9.3 予測式

$$\begin{aligned} & \text{(屋内転倒物による死傷者数)} \\ & = \text{(屋内落下物による死傷者数)} + \text{(ガラス被害による死傷者数)} \end{aligned}$$

3.9.4 使用データ

- ①建物棟数（市町村固定資産税台帳）
- ②建物被害予測結果（今回計算）
- ③人口（平成 22 年国勢調査）
- ④震度階（平成 25 年 8 月 8 日部会決定）

3.10 揺れによる建物被害に伴う要救助者（自力脱出困難者）

3.10.1 想定概要

揺れによる建物被害に伴う要救助者（自力脱出困難者）の被害予測は、屋内滞留人口及び建物被害予測結果により自力脱出困難となり、救助が必要となる要救助者数を算出する。

3.10.2 予測手法

阪神・淡路大震災時における建物全壊率と救助が必要となる自力脱出困難者の数との関係を用いた静岡県（H12）や東京都（H9）の手法を参考にして、自力脱出困難者数を算定する。

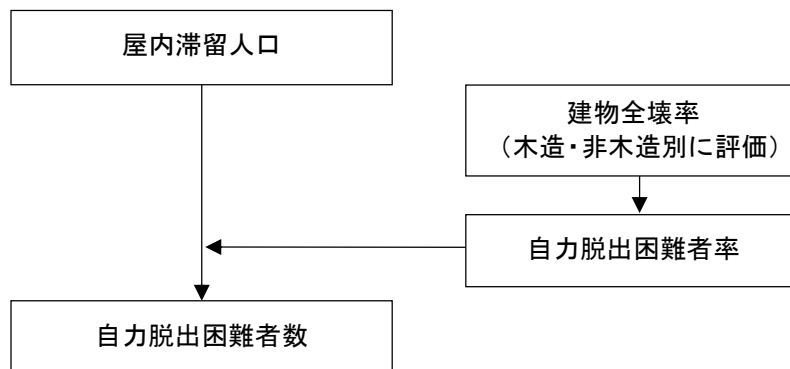


図 3.10.1 揺れによる建物被害に伴う要救助者による被害予測フロー

$$\text{自力脱出困難者数（木造・非木造別）} = \text{自力脱出困難者率} \times \text{屋内滞留人口}$$

(1) 自力脱出困難者率

自力脱出困難者率は、阪神・淡路大震災における下敷き・生き埋め者数より、0.117と推定する。

$$(\text{自力脱出困難者率}) = 0.117 \times (\text{揺れによる建物全壊率})$$

表 3.10.1 地区別の下敷き・生き埋め者数

地区名	全壊棟数	下敷き・生き埋め者数
東灘区	11,171	428人
灘区	11,693	417人
中央区	4,947	197人
兵庫区	8,374	252人
長田区	12,515	390人
須磨区	6,042	189人
垂水区	90	2人
北区	117	6人
西区	0	2人

出典：建物被害は神戸市災害対策本部資料（1995年4月14日現在）

下敷き・生き埋め者数は神戸市消防課「阪神・淡路大震災における消防活動の記録」

なお、市区町村の建物被害率は、市区町村別の建物棟数と全壊棟数により求める。

$$(\text{市区町村建物全壊率}) = (\text{市区町村全壊棟数}) \div (\text{市区町村建物棟数})$$

(2) 自力脱出困難者数

自力脱出困難者数は屋内滞留人口に脱出困難者率を乗じて求める。

$$(\text{自力脱出困難者数}) = (\text{自力脱出困難者率}) \times (\text{建物内人口})$$

3.10.3 予測式

$$(\text{自力脱出困難者数}) = (\text{自力脱出困難者率}) \times (\text{屋内滞留人口})$$

3.10.4 使用データ

- ①建物棟数（市町村固定資産税台帳）
- ②人口（国勢調査）
- ③建物被害予測結果（今回計算）

3.11 津波被害に伴う要救助者・要搜索者

3.11.1 想定概要

津波被害に伴う、要救助者・要搜索者は津波の最大浸水深よりも高い階の滞留者、津波に巻き込まれた人の数から算出する。

3.11.2 予測手法

津波被害に伴う要救助者は、津波の最大浸水深より高い階に滞留する者を要救助者として算出する。また、要搜索者は津波による死傷者を初期の要搜索需要とする。

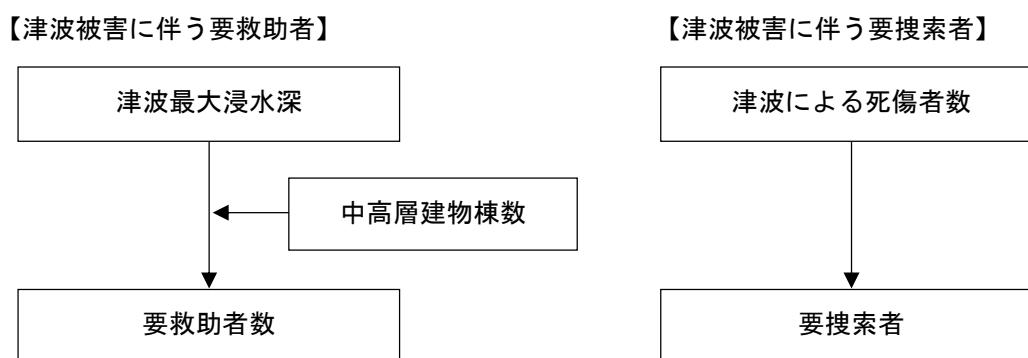


図 3.11.1 津波被害に伴う要救助者・要搜索者による被害予測フロー

要救助者数 = 津波高 1m 以上 6m 未満の地域での 3 階以上の滞留者人口 + 津波高 6m 以上 15m の地域での 6 階以上の滞留者人口 + 津波高 15m 以上の地域での 11 階以上の滞留者人口 要搜索者数 (最大) = 津波による漂流者数 (= 死傷者数)
--

(1) 要救助者数

津波による人的被害の想定においては、津波の最大浸水深よりも高い階に滞留する者は避難せずとその場にとどまる場合とし、中高層階に滞留する人が要救助対象となると考え、下表の考え方に沿って、要救助者数を算出する。

ただし、最大浸水深が 1 m 未満の場合には中高層階に滞留した人でも自力で脱出が可能であると考え、中高層階滞留に伴う要救助者は最大浸水深 1 m 以上の地域で発生するものとする。また、津波到達時間が 1 時間以上ある地域では中高層階滞留者の 3 割が避難せずにとどまるとして要救助対象とする。

表 3.11.1 最大浸水別の中高層階滞留に伴う要救助者の設定

最大浸水深	中高層階滞留に伴う要救助者の設定の考え方
1m 未満	自力脱出可能とみなす
1m 以上 6m 未満	3 階以上の滞留者が要救助対象
6m 以上 15m 未満	6 階以上の滞留者が要救助対象
15m 以上	11 階以上の滞留者が要救助対象

(2) 要搜索者数

津波に巻き込まれた人（避難未完了者＝津波による死傷者）を津波被害に伴う初期の要搜索者と想定する（搜索が進むにつれ、行方不明者が死亡者や生存者として判明していくため、時系列でみた場合、津波に巻き込まれた人が要搜索者の最大値として想定される）。

（津波被害に伴う要搜索者数（最大））＝津波による漂流者数（＝死傷者数）

3.11.3 予測式

（要救助者数）

＝（津波高 1m 以上 6m 未満の地域での 3 階以上の滞留者人口）
＋（津波高 6m 以上 15m の地域での 6 階以上の滞留者人口）
＋（津波高 15m 以上の地域での 11 階以上の滞留者人口）

（要搜索者）＝（津波による死傷者数）

3.11.4 使用データ

- ①津波浸水深（平成 25 年 8 月 20 日決定）
- ②建物棟数（階数）（市町村固定資産税台帳）
- ③津波による人的被害予測結果（今回計算）