

第2編 手法編 目次

第1章	地震被害想定	1
第1節	地震動	1
1	工学的基盤面までの地震動予測	3
2	表層地盤の地震動予測	4
第2節	液状化	6
1	地盤モデルの作成	7
2	液状化危険度の算出（PL値）	7
3	液状化沈下量の算出	11
第3節	土砂災害	13
第4節	建物被害	16
1	揺れによる建物被害	17
2	液状化による建物被害	21
3	土砂災害による建物被害	23
第5節	火災・延焼被害	25
1	全出火件数	27
2	炎上出火件数	28
3	残出火件数	29
4	焼失棟数	30
第6節	人的被害	31
1	死者	34
2	負傷者	42
3	要救助者	51
第7節	ライフライン被害	52
1	上水道	52
2	下水道	57
3	電力	60
4	通信	64
5	ガス	68
第8節	生活への影響	70
1	避難者	70
2	帰宅困難者	72
3	物資の支給	76
第9節	災害廃棄物	81

第 2 章	土砂災害・浸水被害想定.....	83
第 1 節	土砂災害.....	83
第 2 節	浸水被害.....	85

第2編 手法編

第1章 地震被害想定

第1節 地震動

本調査では、富里市に影響を及ぼす可能性のある震源を選定し、調査を行った。地震動予測の概要及びフローを以下に示す。

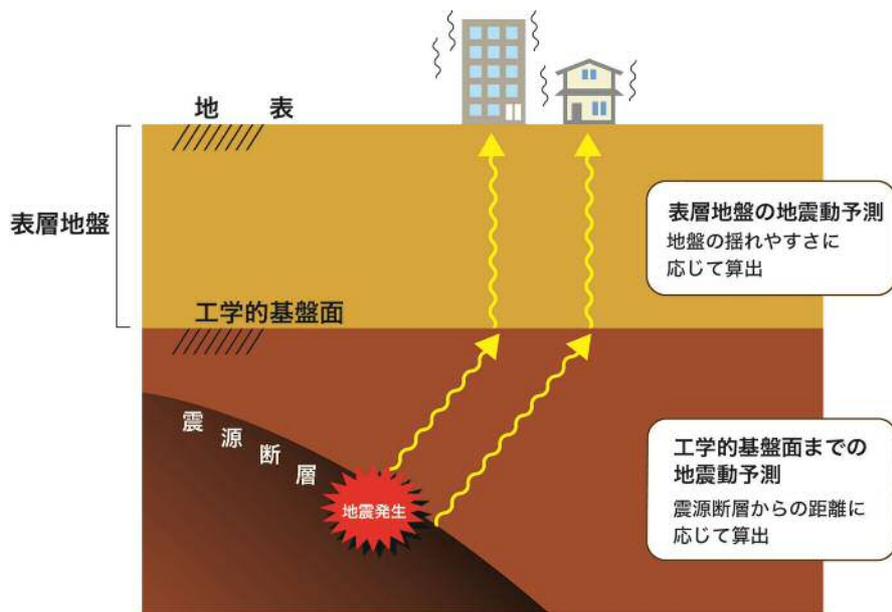


図 1.1.1 地震動想定の概要

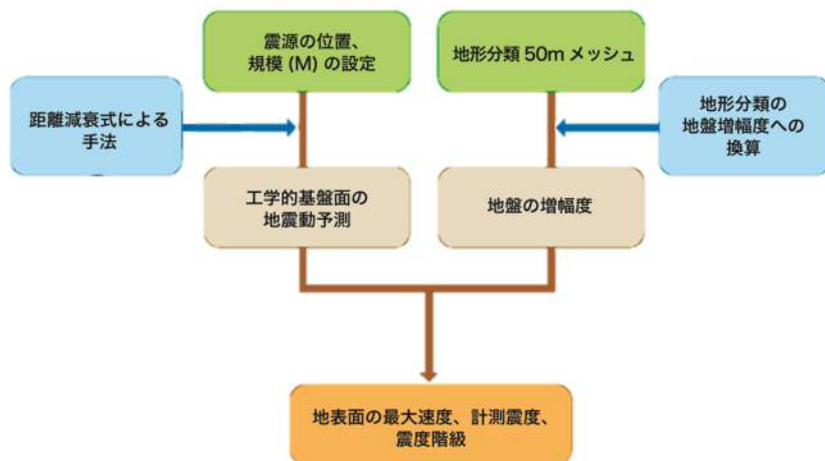


図 1.1.2 地震動想定のフロー

地震による揺れの強さは、震源から地表までを『工学的基盤面』と『表層地盤』の2つに分けそれぞれの特性を踏まえた予測手法により求めることが一般的である。

本調査における工学的基盤面までの地震動は、D 千葉県北西部直下地震については平成 26・27 年度千葉県地震被害想定調査（以下、千葉県（平成 28 年））の結果を使用し、C 成田空港直下地震及び E 茨城県南部地震については内閣府の公表する予測結果を使用した。

新たに想定を行う富里市直下に震源を置く A 富里市直下地震（Mw6.8）及び B 富里市直下地震（Mw7.3）については、想定対象が富里市内のみであること、表層地盤モデルは 50m メッシュに細分化することを考慮し、表層地盤と同じメッシュサイズで計算可能かつ、既往の地震動を統計的に予測できる距離減衰による手法を採用した。

震源が市内の直下であるため、本調査において独自に地震動を予測した。

一方、表層地盤の地震動は、前回調査と同様に 50m メッシュの地形分類データを用いて、地盤増幅度を用いる手法により予測した。

表 1.1.1 各地震の地震動予測手法の概要

想定地震	工学的基盤面までの地震動予測	表層地盤の地震動予測
A 富里市直下地震 (Mw6.8)	距離減衰式による手法 (50m メッシュ)	地盤増幅度を用いる手法 (50m メッシュ)
B 富里市直下地震 (Mw7.3)		
C 成田空港直下地震	震源断層の動的パラメータを考慮する手法 (1 kmメッシュ)	
D 千葉県北西部直下地震		
E 茨城県南部地震		

1 工学的基盤面までの地震動予測

(1) 距離減衰式による手法

A 富里市直下地震 (Mw6.8) 及び B 富里市直下地震 (Mw7.3) は、前回調査と同様、内閣府が公表する地震防災マップ作成技術資料に基づき、距離減衰式による手法により、工学的基盤面までの地震動を予測した。工学的基盤面までの地震動は次式により算出した。なお、S波速度 600m/s 程度の層を工学的基盤として設定した。

$$\begin{aligned} \text{Log}PGV_{600} = & 0.58 \cdot Mw + 0.0038 \cdot Dep - 1.29 \\ & + c - \text{Log} (X + 0.0028 \cdot 10^{0.50Mw}) - k \cdot X \end{aligned}$$

PGV_{600} : S波速度 600m/s の工学的基盤上の最大速度 (cm/s)

Mw : モーメントマグニチュード

Dep : 断層の平均深度 (km)

X : 断層最短距離 (km)

c : 係数 {地殻内地震 (内陸地震) : 0.0}

k : 粘性減衰を表す項[司・翠川 (1999) では $k=0.002$ 。ただし、中央防災会議「東南海・南海地震等に関する専門調査会」では $k=0.0027$ であるため、前回調査同様、本業務では $k=0.0027$ を使用。]

(2) 震源断層の動的パラメータを考慮する手法

C 成田空港直下地震、D 千葉県北西部直下地震、E 茨城県南部地震は、震源断層の動的パラメータを考慮する手法により求められている。詳細については、C 成田空港直下地震及び E 茨城県南部地震は「首都の M7 クラスの地震及び相模トラフ沿いの M8 クラスの地震等の震源断層モデルと震度分布・津波高等に関する報告書 (内閣府)」、D 千葉県北西部直下地震は「平成 26・27 年度千葉県地震被害想定調査報告書 (千葉県)」にそれぞれ記述されている。

2 表層地盤の地震動予測

表層地盤の増幅度は、前回調査と同様、内閣府が公表する地震防災マップ作成技術資料に基づき、AVS30 と最大速度の増幅度の経験式を用いた。なお、この式は Midorikawa et al(1994)による昭和 62 年（1987 年）千葉県東方沖地震の観測記録を基に設定されている。

$$\text{Log}G=1.83-0.66\text{Log}AVS30\pm 0.16$$

G : S 波速度 600m/s 基盤の最大速度に対する表層地盤の最大速度の増幅度

$AVS30$: 表層 300m の平均 S 波速度(m/s)の推定値
ただし、100m/s<AVS30<1500m/s

表層地盤の地形区分、標高等を基に 50m メッシュ毎の AVS30 を下式により算出した。内閣府が公表する地震防災マップ作成技術資料に基づき、採用した地形区分ごとの係数及び標準偏差を下表に示す。

$$\text{Log}AVS30=a+b\text{Log}H+c\text{Log}D\pm \sigma$$

H : 標高 (m)
 D : 主要河川からの距離 (km)
 a, b, c : 係数 (微地形区分ごと)
 σ : 標準偏差 (微地形区分ごと)

表 1.1.2 微地形区分ごとの係数及び標準偏差

微地形区分	係数			標準偏差
	a	b	c	σ
谷低平野 (低地)	2.06	0.22	0.00	0.13
人口改変地	2.10	0.20	0.00	0.11
ローム台地	2.10	0.21	0.00	0.13

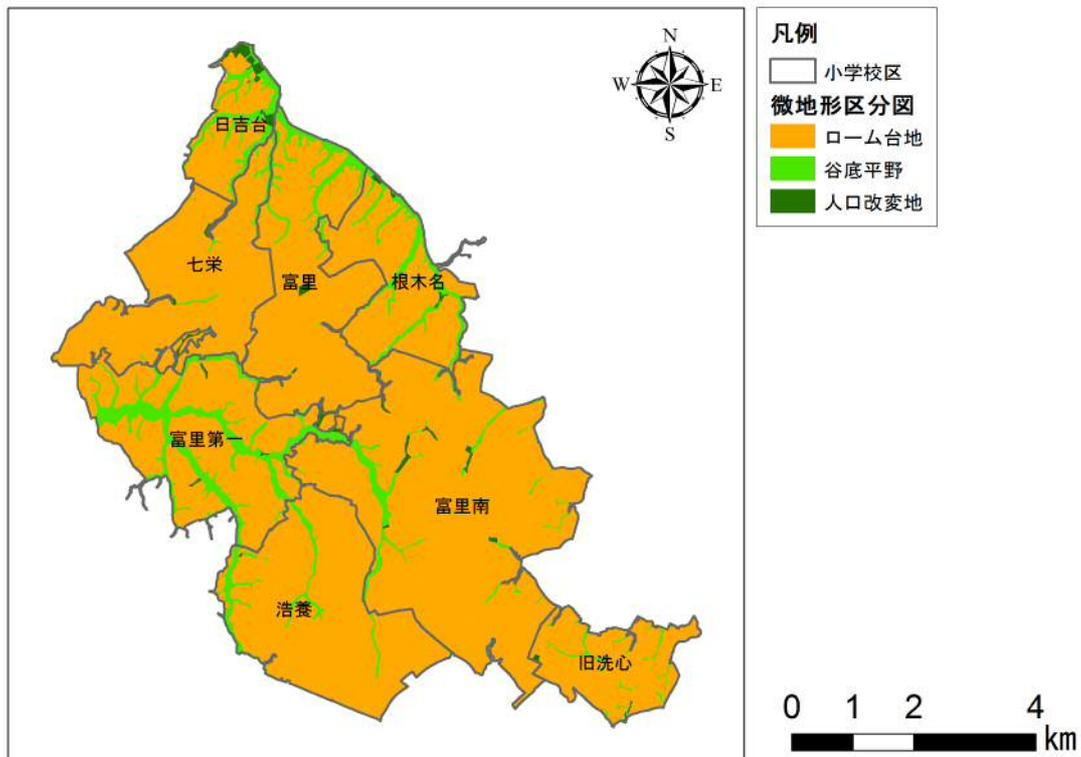


図 1.1.3 微地形区分の分布

求めた G と 1 工学的基盤面の地震動予測で求めた PGV_{600} を用いて、次式のとおり地表最大速度 V を算出した。

$$V = G \cdot PGV_{600}$$

G : S 波速度 600m/s 基盤の最大速度に対する表層地盤の最大速度の増幅度

PGV_{600} : S 波速度 600m/s の工学的基盤上の最大速度 (cm/s)

次に地表最大速度と計測震度の経験式を用いて、次式のとおり震度 I を算出した。

$$I = a + b \cdot \text{Log}V$$

V : 地表最大速度 (cm/s)

a, b : 係数 [$a=2.30, b=2.01$ (童・山崎, 1996)]

第2節 液状化

液状化の予測については、千葉県（平成 28 年）と同様に、液状化しやすさをあらわす液状化指数（PL 値）として算出した。

また液状化による建物被害の想定に用いるため、50m メッシュごとの地盤沈下量も求めた。

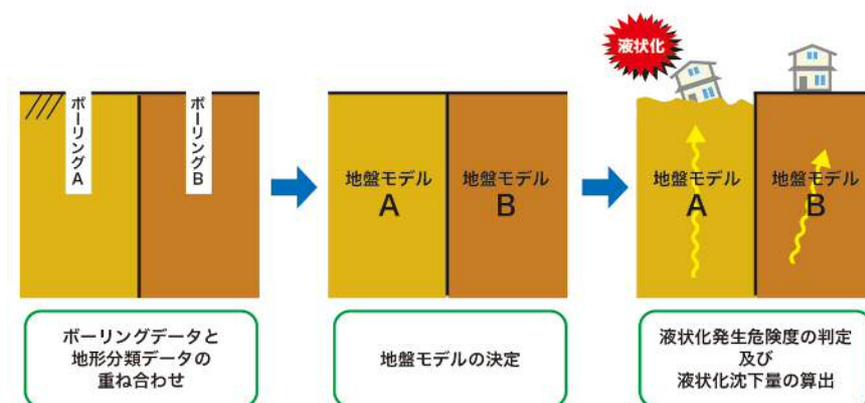


図 1.2.1 液状化想定概要

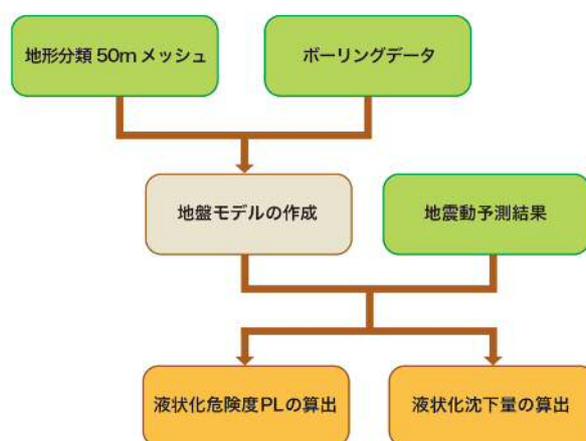


図 1.2.2 液状化想定フロー

1 地盤モデルの作成

地盤モデルの作成は、地形分類と標高データを基に行った。谷低平野・人口改変地を液状化対象メッシュとし、川幅の大小を考慮するため、標高データを用いた地盤モデルの区分を行った。収集したボーリングデータ及び液状化対象メッシュ分布を以下に示す。

液状化対象メッシュの区分は液状化の影響が大きいと考えられる軟弱地盤の区分 1、谷幅の比較的狭い比較的標高の高い区分 2 とし、各々対象メッシュに分布するボーリングデータを基に地盤特性を反映した。

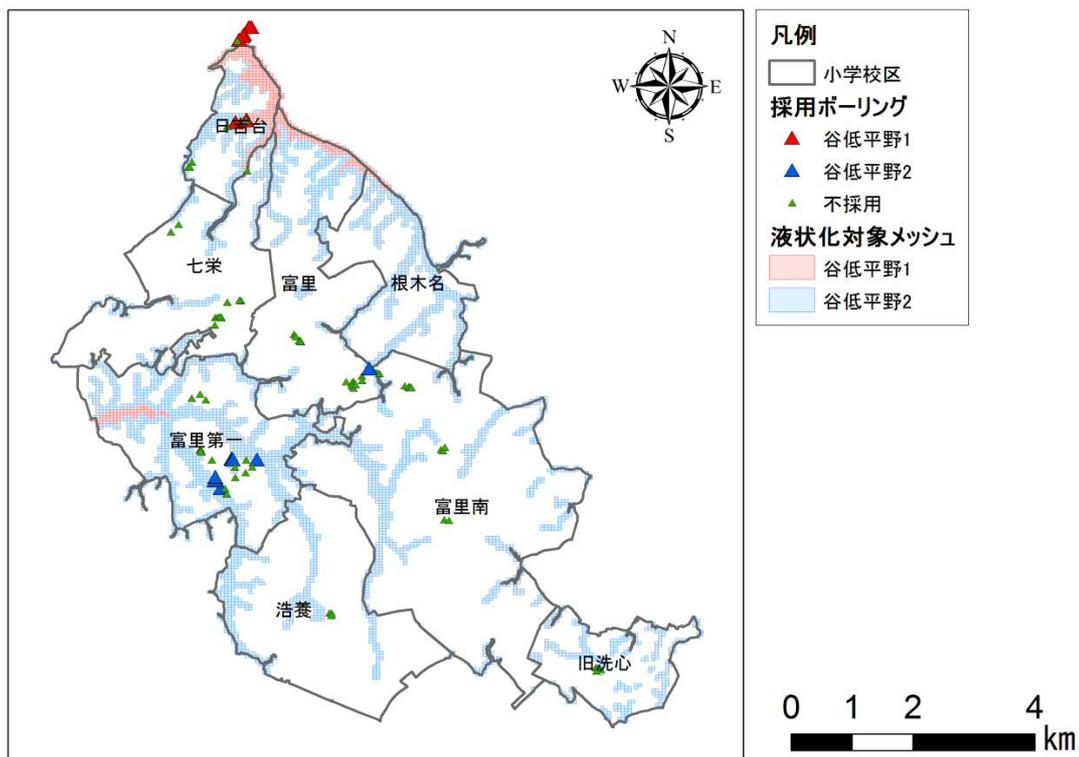


図 1.2.3 ボーリングデータ分布図

2 液状化危険度の算出 (PL 値)

液状化危険度 (PL) は、千葉県 (平成 28 年) でも採用され、実績が豊富な道路橋示方書・同解説・V耐震設計編 (日本道路協会、平成 14 年 3 月) の方法を用いて算出した。地震時に液状化が起こる可能性のある土質として、沖積砂質土、礫質土、洪積砂質土層を評価対象土層とした。

(1) 液状化に対する抵抗率 FL の算定

地盤内の各深度における液状化に対する抵抗率 FL 値は、地層が有する動的せん断強

度比 R と作用する地震動せん断応力比 L によって定義し、この値が 1.0 以下の土層については、液状化の可能性があるとみなす。

$$FL=R/L$$

地震時せん断応力比 L は、地表最大加速度から次の式で算出する。

$$L=(\alpha/g) \cdot (\sigma_v/\sigma_v') \cdot \gamma d$$

α : 地表最大加速度 (gal)

g : 重力加速度 (980gal)

σ_v : 全上載圧 (kgf / cm²)

σ_v' : 有効上載圧 (kgf / cm²)

γd : 低減係数 (= 1.0 - 0.015Z Z : 地表面からの深さ (m))

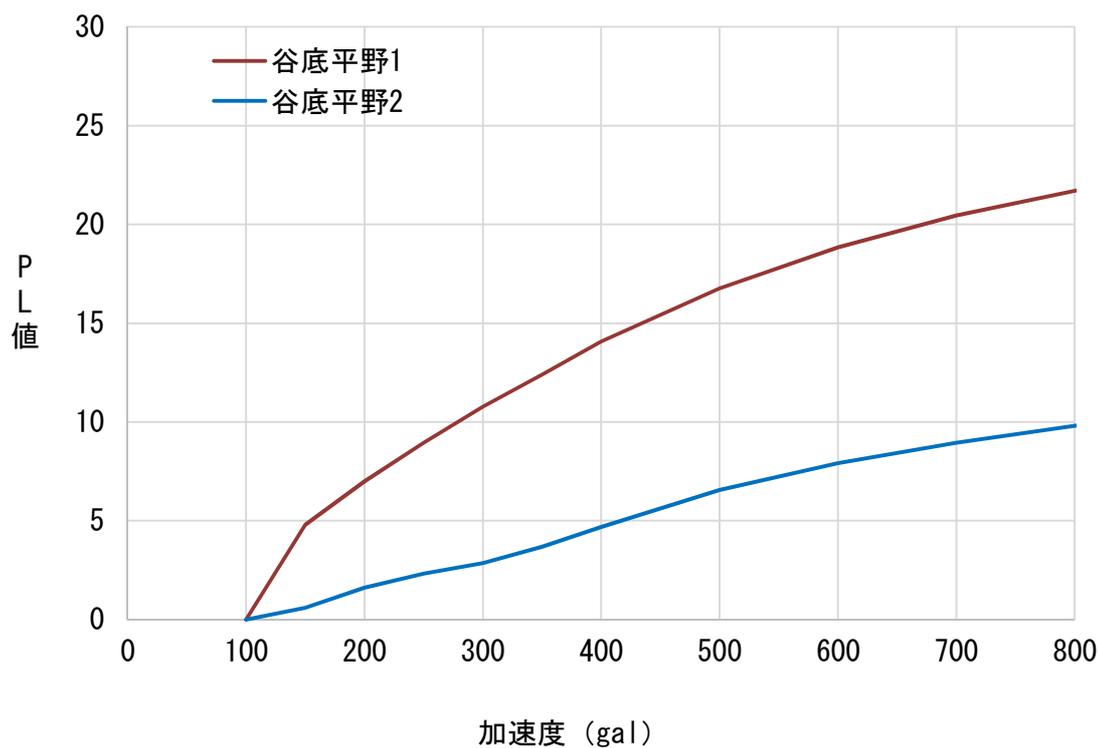


図 1.2.4 PL 値と加速度の関係

地層が有する動的せん断強度比 R は、地盤の繰返し三軸強度比 RL を用いて次の補正式により求めた。

$$R=CW \cdot RL$$

【タイプⅠ：プレート境界型の大規模な地震の場合】

$$CW=1.0$$

【タイプⅡ：内陸直下型地震の場合】

$$CW=1.0 \quad (RL \leq 0.1)$$

$$CW=3.0 \quad (0.1 < RL \leq 0.4)$$

$$CW=2.0 \quad (0.4 < RL)$$

地盤の繰返し三軸強度比 RL は次の式により算出した。

$$RL=0.0882\sqrt{(Na/1.7)} \quad (Na < 14)$$

$$RL=0.0882\sqrt{(Na/1.7)} + 1.6 \times 10^{-6} \cdot (Na-14)4.5 \quad (Na \geq 14)$$

Na は次の式により算出した。

【砂質土の場合】

$$Na=C1 \cdot N1 \cdot C2$$

$$N1=1.7 \cdot N / (\sigma v' + 0.7)$$

$$C1=1.0 \quad (0\% \leq FC < 10\%)$$

$$C1=(FC+40)/50 \quad (10\% \leq FC < 60\%)$$

$$C1=FC/20-1 \quad (60\% \leq FC)$$

$$C2=0 \quad (0\% \leq FC < 10\%)$$

$$C2=(FC-10)/18 \quad (10\% \leq FC)$$

【礫質土の場合】

$$Na=\{1-0.36 \cdot \log_{10}(D50/2)\} \cdot N1$$

$$N1=1.7 \cdot N / (\sigma v' + 0.7)$$

Na : 標準貫入試験から得られる N 値

N1 : 有効上載圧 1kgf/cm² 相当に換算した N 値

C1、C2 : 細粒分含有率による N 値の補正係数

(2) 液状化指数 P_L の算出

建物や埋設管等の構造物に液状化が与える影響を想定するためには、ある深度における液状化の発生の可能性のみではなく、任意の地盤全体の液状化の発生の可能性を評価する必要がある。液状化抵抗率 F_L はある深度における液状化の発生の可能性を評価するものであるため、地盤全体を評価する指標として液状化指数 P_L を岩崎（1980）による次の式で算出した。

$$P_L = \int_0^{20} (1 - F_L)(10 - 0.5x) dx$$

F_L : 液状化に対する抵抗率 ($F_L \geq 1.0$ の場合には $F_L = 1.0$)

x : 地表面からの深さ (m)

表 1.2.1 液状化危険度ランクの区分

P_L 値	液状化危険度
$P_L > 15.0$	液状化発生の可能性が高い
$5.0 < P_L \leq 15.0$	液状化発生の可能性がある
$0.0 < P_L \leq 5.0$	液状化発生の可能性が低い
$P_L = 0.0$	液状化発生の可能性はない
—	対象外（砂層がない等）

3 液状化沈下量の算出

建物被害の想定のために沈下量を算出した。沈下量の算出は、千葉県（平成 28 年）でも採用された首都直下地震の被害想定と対策について（最終報告）（以下、内閣府（平成 25 年））の手法に準じ、建築基礎構造設計指針（日本建築学会、平成 13 年）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た。

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 $\gamma_{cy}=8\%$ 、0.5%より右側にプロットされる場合には、 $\gamma_{cy}=0.5\%$ とし、繰返しせん断ひずみ γ_{cy} を体積ひずみ ε_v として読み替える。

例えば、液状化層厚が $H=8m$ 、 $N_a=12$ の地盤がせん断応力比 $\tau_d/\sigma'_z=0.35$ の時に液状化すると、 $\gamma_{cy}=3\%$ になることから、 $D_{cy}=S=24cm$ となる。

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

- S : 沈下量
- H_i : $F_L < 1.0$ となる砂質土層 i の層厚
- ε_{vi} : $F_L < 1.0$ となる砂質土層 i の体積ひずみ
- n : $F_L < 1.0$ となる砂質土層数

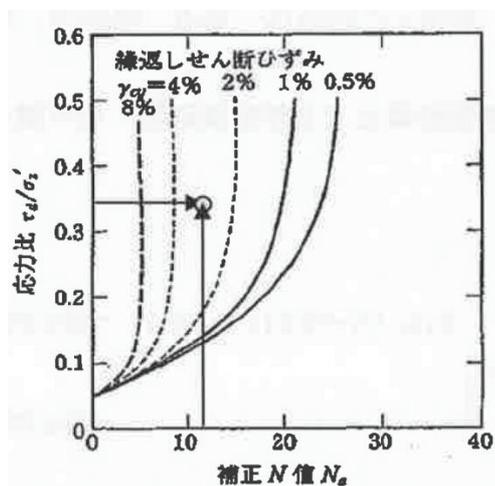


図 1.2.5 補正 N 値と繰返しせん断ひずみの関係

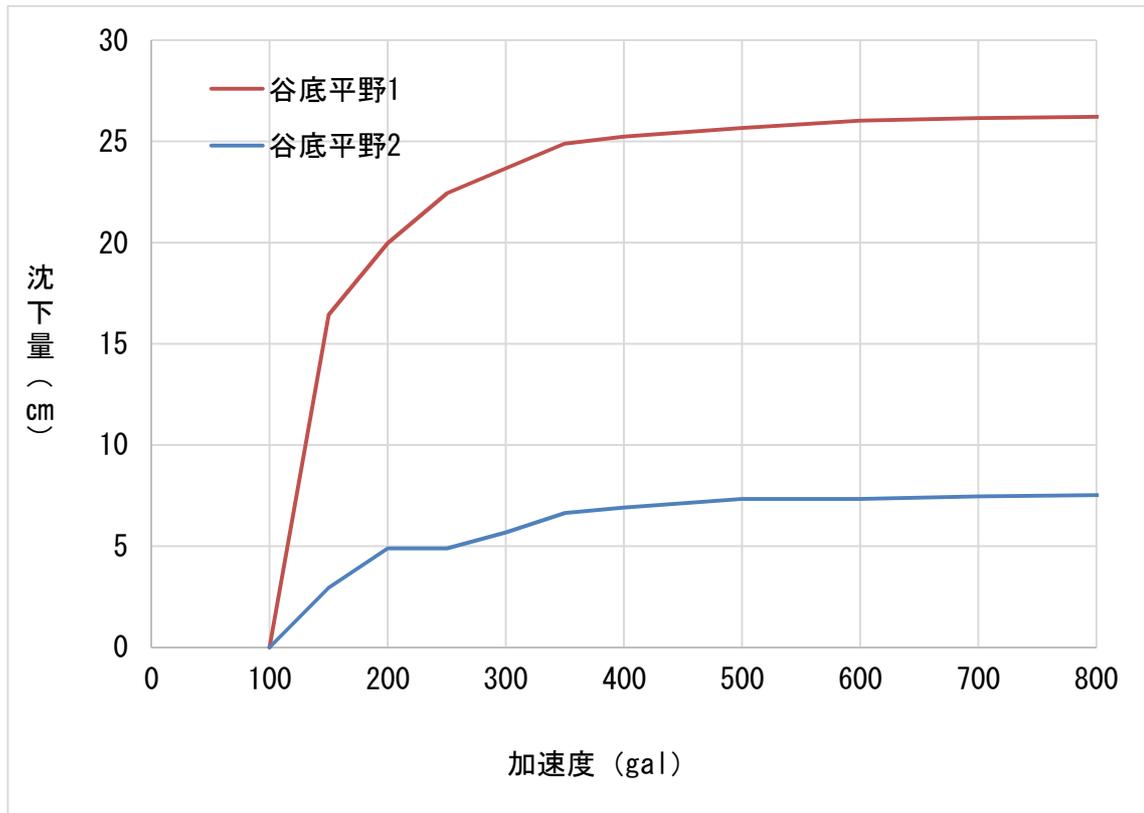


図 1.2.6 沈下量と加速度の関係

第3節 土砂災害

本調査では、千葉県が指定、公表している急傾斜地崩壊危険箇所及び山腹崩壊危険地区を対象に、千葉県（平成 28 年）と同様に、個々の斜面における地形や地質の状況と、当該斜面の存在するメッシュにおける地震動の大きさから斜面の崩壊危険度を算出した。

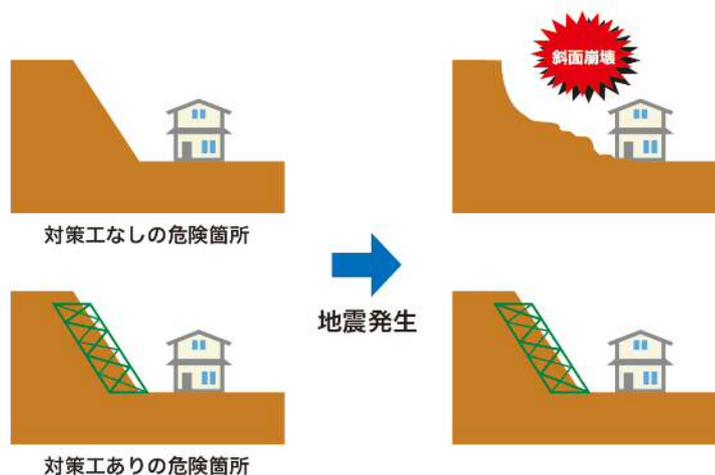


図 1.3.1 土砂災害の想定概要

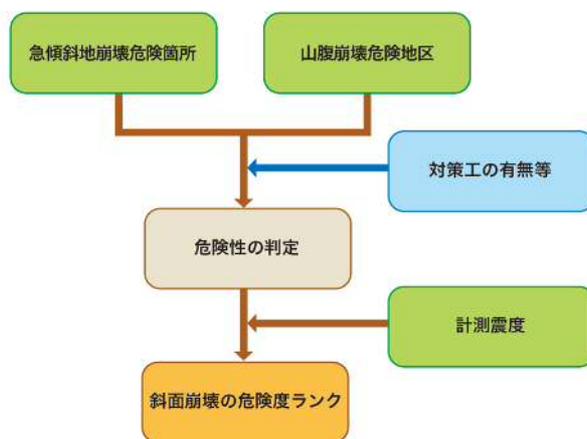


図 1.3.2 土砂災害の想定フロー

斜面の危険度ランク及び対策工の情報は、千葉県の設定する値を利用した。
対象とする危険箇所は以下のとおりである。

表 1.3.1 土砂災害想定対象箇所

種類	箇所番号	字名	行政区名	小学校区名	危険度
急傾斜地崩壊危険箇所	I-0407	新橋	新橋	富里第一小学校	A
急傾斜地崩壊危険箇所	I-0408	中沢	中沢	富里第一小学校	A
急傾斜地崩壊危険箇所	I-0409	立沢	立沢	富里第一小学校	A
急傾斜地崩壊危険箇所	I-0410	中沢	中沢	富里第一小学校	A
急傾斜地崩壊危険箇所	I-0411	中沢	中沢	富里第一小学校	A
急傾斜地崩壊危険箇所	I-0406	新橋	新橋	富里第一小学校	A
山腹崩壊危険地区	37	立沢	立沢	富里第一小学校	C

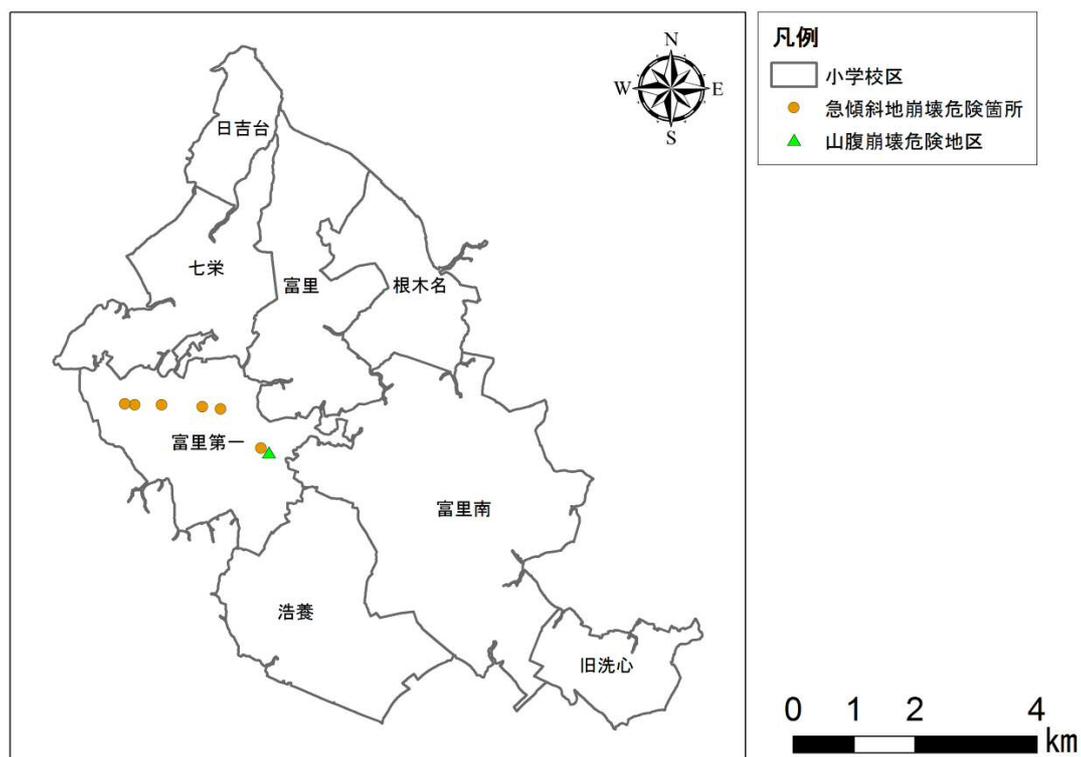


図 1.3.3 土砂災害想定対象箇所分布

斜面の危険度は、下表のとおりである。なお、危険度は危険性が高い、危険性がある、危険性が低い3区分で評価し、対策工が既成の場合は危険度低とした。

表 1.3.2 計測震度と斜面の危険度ランクの関係

計測震度	斜面の危険度ランク		
	3：危険性低	2：危険性中	1：危険性高
6.0 以上	危険性が高い	危険性が高い	危険性が高い
5.5 以上 6.0 未満	危険性が低い	危険性が高い	危険性が高い
5.0 以上 5.5 未満	危険性が低い	危険性がある	危険性が高い
4.5 以上 5.0 未満	危険性が低い	危険性が低い	危険性がある
4.5 未満	危険性が低い	危険性が低い	危険性が低い

第4節 建物被害

建物被害の想定は、地震によって生じる揺れ、液状化、土砂災害を対象に、建物全壊棟数及び建物半壊棟数として求めた。

建物被害は収集した固定資産台帳に基づき、構造別建築年代別に整理した。本調査に用いる建物データの整理は以下の条件で行った。

- ①建物用途区分が住居・非住居の建物を対象（その他は除外）
 - ②固定資産概要調書に記載された建物棟数を現況建物棟数として使用
 - ③所有者が複数ある建物（マンション等）の重複分を考慮
- 整理した建物データの内訳を下表に示す。

表 1.4.1 構造別建物棟数

小学校区	木造	非木造				計
		S造 (鉄骨造)	RC造 (鉄筋コン クリート造)	その他	小計	
1 富里小学校	4,208	272	59	715	1,046	5,254
2 富里第一小学校	2,517	143	30	329	502	3,019
3 富里南小学校	4,939	365	36	731	1,131	6,070
4 浩養小学校	1,699	104	8	181	293	1,992
5 旧洗心小学校	718	51	2	94	147	865
6 日吉台小学校	3,059	158	90	290	537	3,596
7 根木名小学校	1,948	47	20	368	436	2,384
8 七栄小学校	2,702	374	47	382	802	3,504
計	21,791	1,513	290	3,089	4,893	26,684

1 揺れによる建物被害

揺れによる建物被害は、千葉県（平成 28 年）と同様に、新潟県中越沖地震による被害事例に基づき、最大速度と構造別・建築年代別の全壊率・全半壊率を用いて、全壊棟数及び半壊棟数を算出した。半壊棟数は、全半壊棟数から全壊棟数を差し引くことにより算出した。

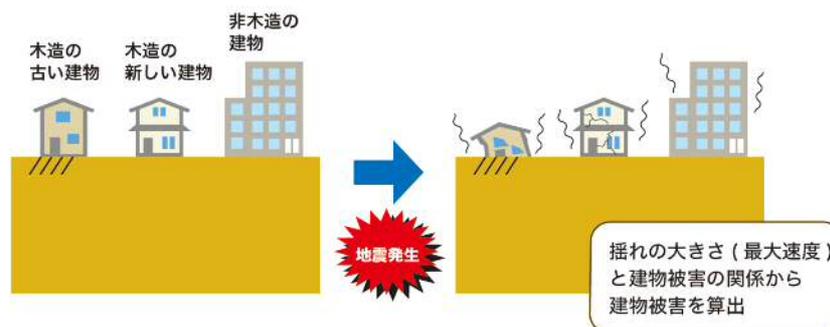


図 1.4.1 揺れによる建物被害の想定概要

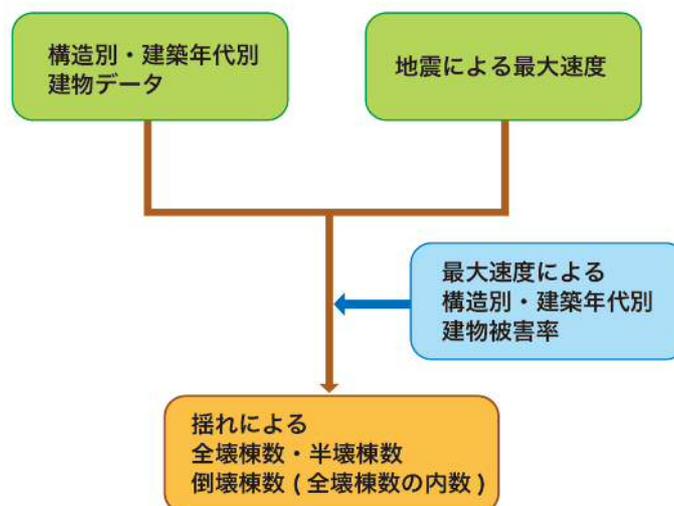


図 1.4.2 揺れによる建物被害の想定フロー

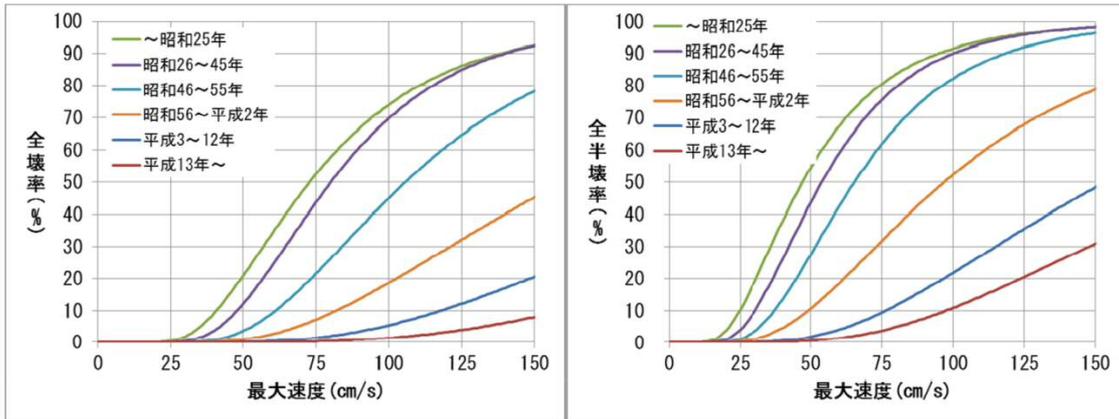


図 1.4.3 木造建物の最大速度と被害率（左：全壊率、右：全半壊率）

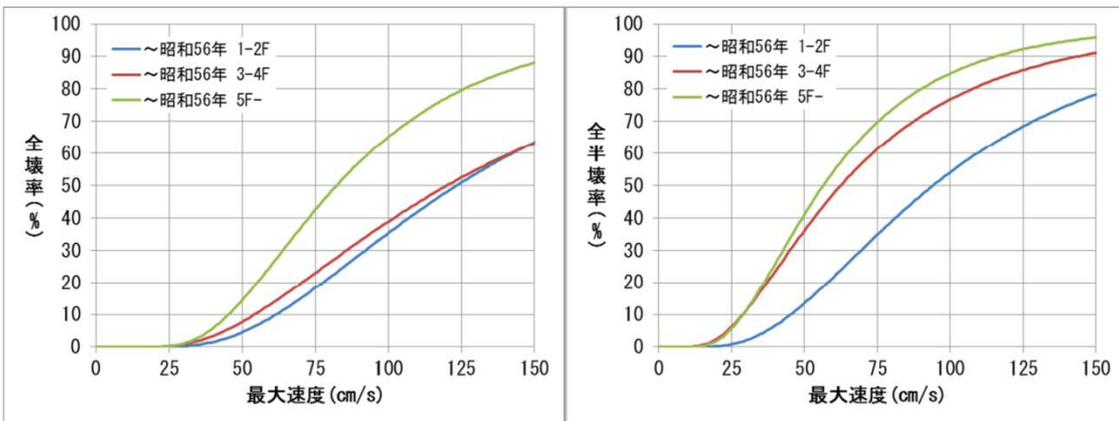


図 1.4.4 S 造・昭和 56 年以前建築建物の最大速度と被害率
（左：全壊率、右：全半壊率）

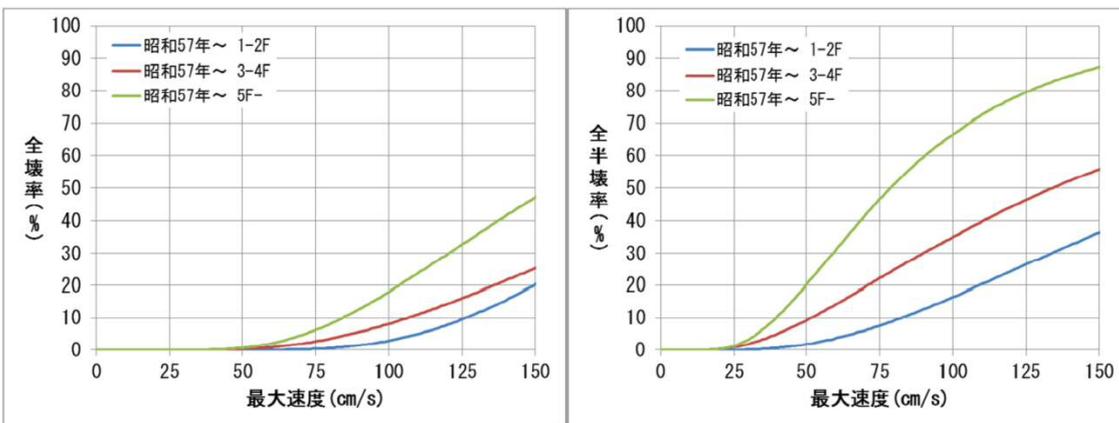


図 1.4.5 S 造・昭和 57 年以降建築建物の最大速度と被害率
（左：全壊率、右：全半壊率）

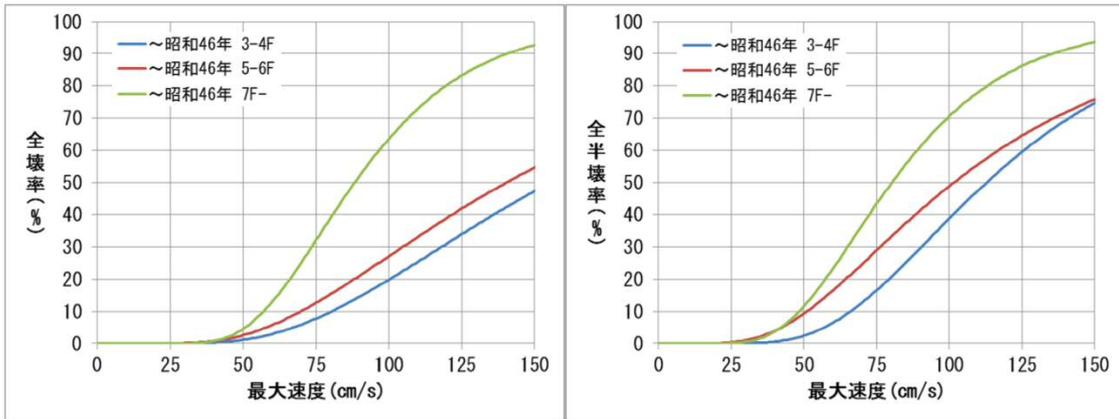


図 1.4.6 RC 造・昭和 46 年以前建築建物の最大速度と被害率
(左：全壊率、右：全半壊率)

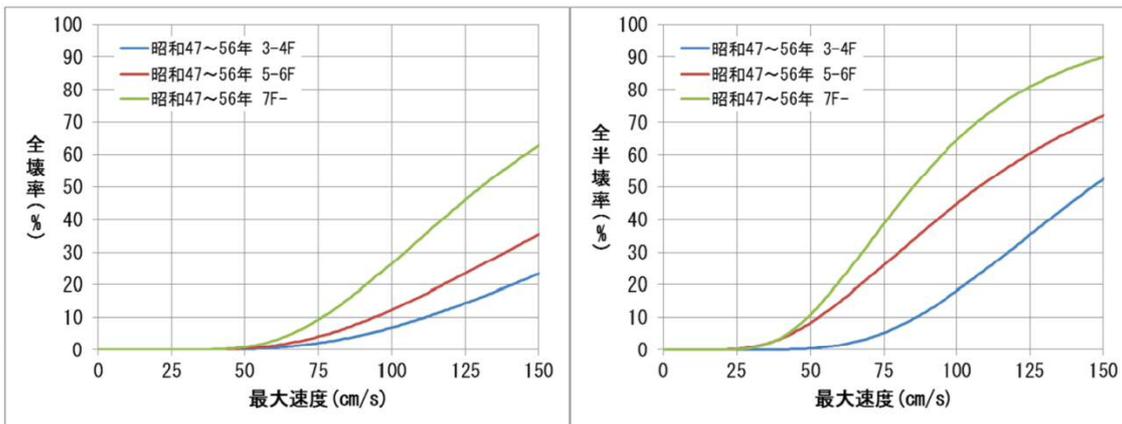


図 1.4.7 RC 造・昭和 47 年～昭和 55 年建築建物の最大速度と被害率
(左：全壊率、右：全半壊率)

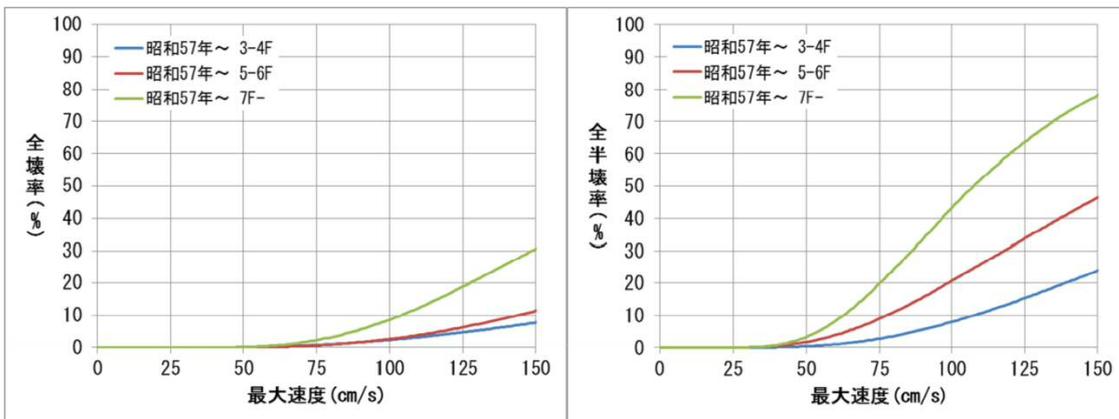


図 1.4.8 RC 造・昭和 56 年以降建築建物の最大速度と被害率
(左：全壊率、右：全半壊率)

人的被害算出時に使用する建物倒壊に関しては、千葉県（平成 28 年）と同様に、堀江・仲村ほか（2003）による阪神・淡路大震災における西宮市の層破壊建物（建物内の生存空間が失われる建物の破壊）に着目した被害率曲線を用いて算出した。

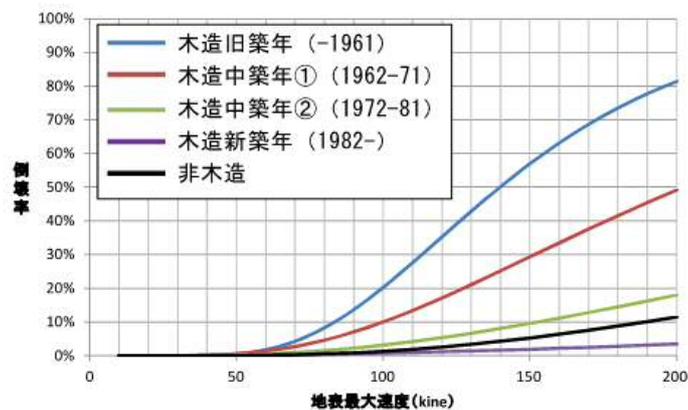


図 1.4.9 建物の最大速度と倒壊率

2 液状化による建物被害

液状化による建物被害は、千葉県（平成 28 年）と同様に、東日本大震災の浦安市の調査結果に基づき、地盤沈下量による構造別・建築年代別の全壊率・全半壊率を用いて全壊棟数、半壊棟数として算出した。算出に用いた構造別・建築年代別の全壊率・全半壊率を次頁に示す。なお、非木造建物の杭の有無、アスペクト比の情報は不明のため、3 階以上の建物に杭があるものとし、そのうちの 1 割の建物はアスペクト比が大きいものとした。

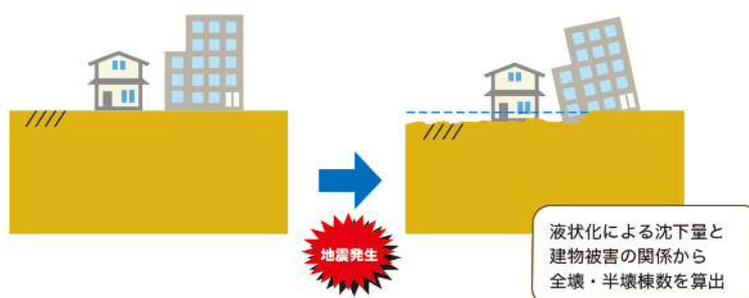


図 1.4.10 液状化による建物被害の想定概要

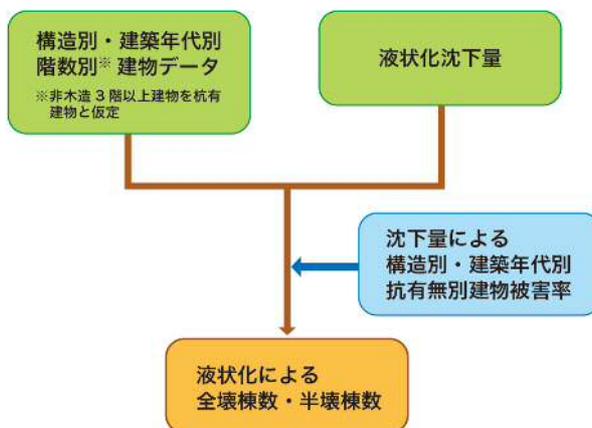


図 1.4.11 液状化による建物被害の想定フロー

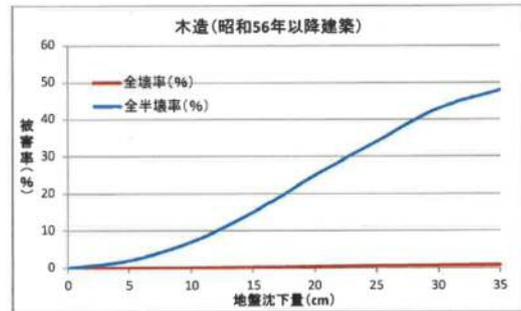
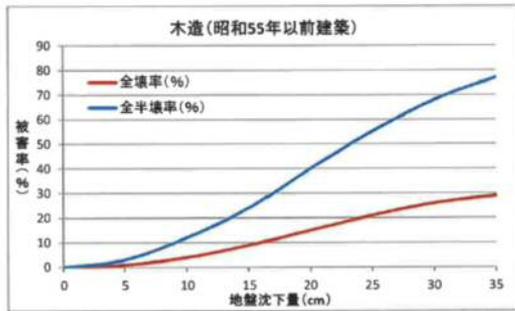


図 1.4.12 木造建物の沈下量と被害率

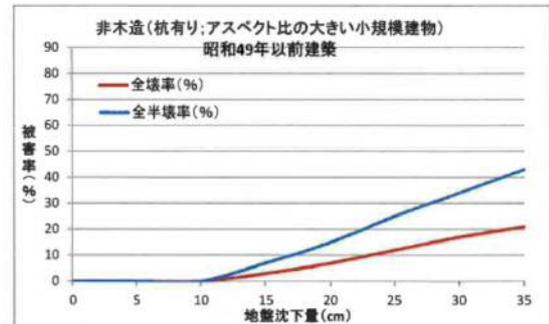
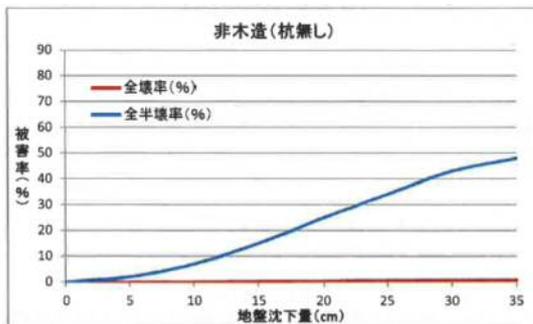


図 1.4.13 非木造建物の沈下量と被害率 (1)

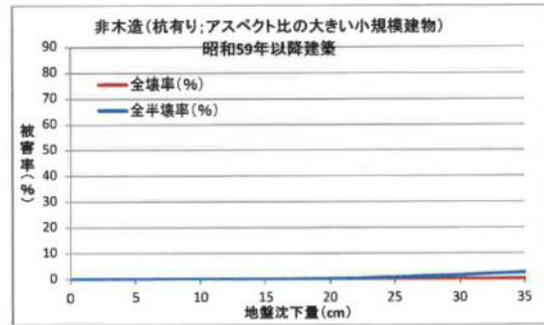
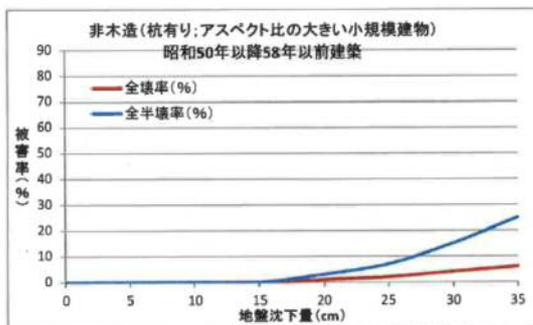


図 1.4.14 非木造建物の沈下量と被害率 (2)

3 土砂災害による建物被害

土砂災害による建物被害は、千葉県（平成 28 年）と同様に、近年発生した地震の事例（新潟県中越地震等）を踏まえ、崩壊危険度が高い斜面の地震による崩壊率を設定し、震度分布から危険箇所内人家戸数の全壊棟数・半壊棟数として算出した。

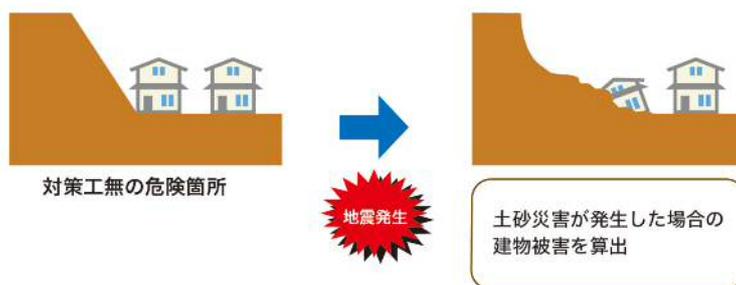


図 1.4.15 土砂災害による建物被害の想定概要

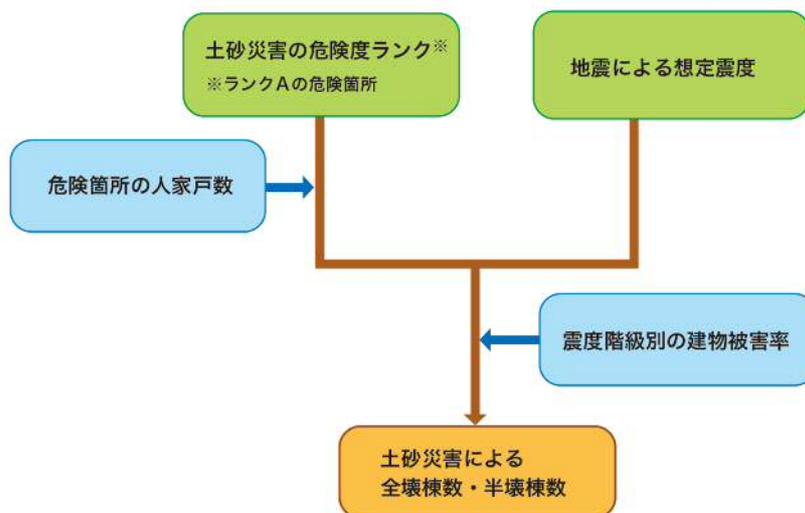


図 1.4.16 土砂災害による建物被害の想定フロー

危険度ランク別の崩壊確率は下表のとおり。

表 1.4.2 危険度ランクにおける崩壊確率

ランク	崩壊確率 (%)
A	10
B, C	0

震度階級別の全壊及び半壊率は、近年発生した地震の事例に基づき、次のように設定した。

表 1.4.3 震度階級別の建物被害率

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

全壊棟数及び半壊棟数は、次式により算出した。

全壊棟数 = 危険箇所内人家戸数 × 崩壊確率 × 全壊率

半壊棟数 = 危険箇所内人家戸数 × 崩壊確率 × 半壊率

第5節 火災・延焼被害

地震による火災・延焼被害は、千葉県（平成 28 年）と同様に、倒壊した建物については阪神・淡路大震災の事例から、倒壊しない建物については火気器具・電熱器具からの震度別・用途別・季節時間帯別の出火事例からそれぞれ全出火率を求め、震度別の初期消火率及び消防運用による消火を考慮し、残出火件数を求めた。

残出火がある場合は東消式 2001 に基づく延焼シミュレーションを行い、焼失棟数を求めることとした。

市の消防力の概要を下表に示す。

表 1.5.1 消防署及び消防団の保有する車両・ポンプの現況

消防署等	普通 消防 ポンプ 自動車 (台)	水槽付 消防 ポンプ 自動車 (台)	化学 消防車 (台)	小型動力 ポンプ 積載車 (台)	小型動力 ポンプ (台)
消防署	0	1	1	0	2
北分署	1	1	0	0	0
消防団（第 1 分団～第 19 分団）	5	4	0	11	11
計	6	6	1	11	13

表 1.5.2 市内の消防水利の現況

防火水槽（箇所）					その他（箇所）				
小 計	100 m ² 以上	60 m ² 以上	40 m ² 以上	20 m ² 以上	小 計	河 川	プ ール	池 等	そ の 他
		100 m ² 未満	60 m ² 未満	40 m ² 未満					
300	2	2	266	30	43	10	9	3	21

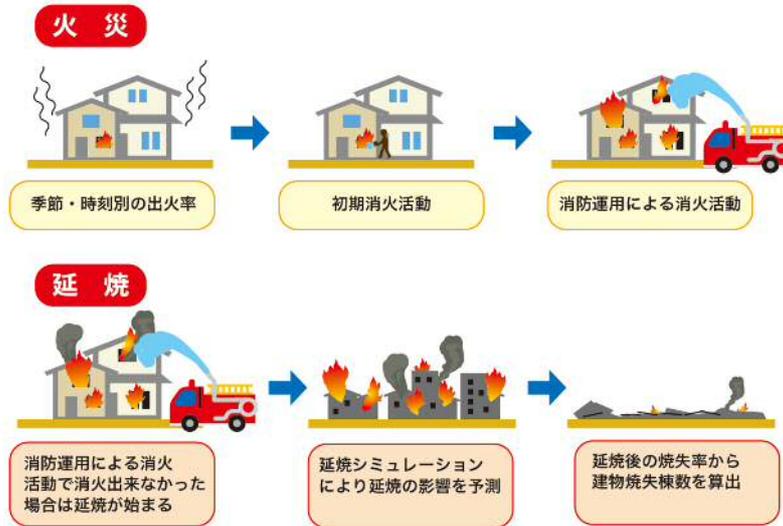


図 1.5.1 火災・延焼被害の想定概要

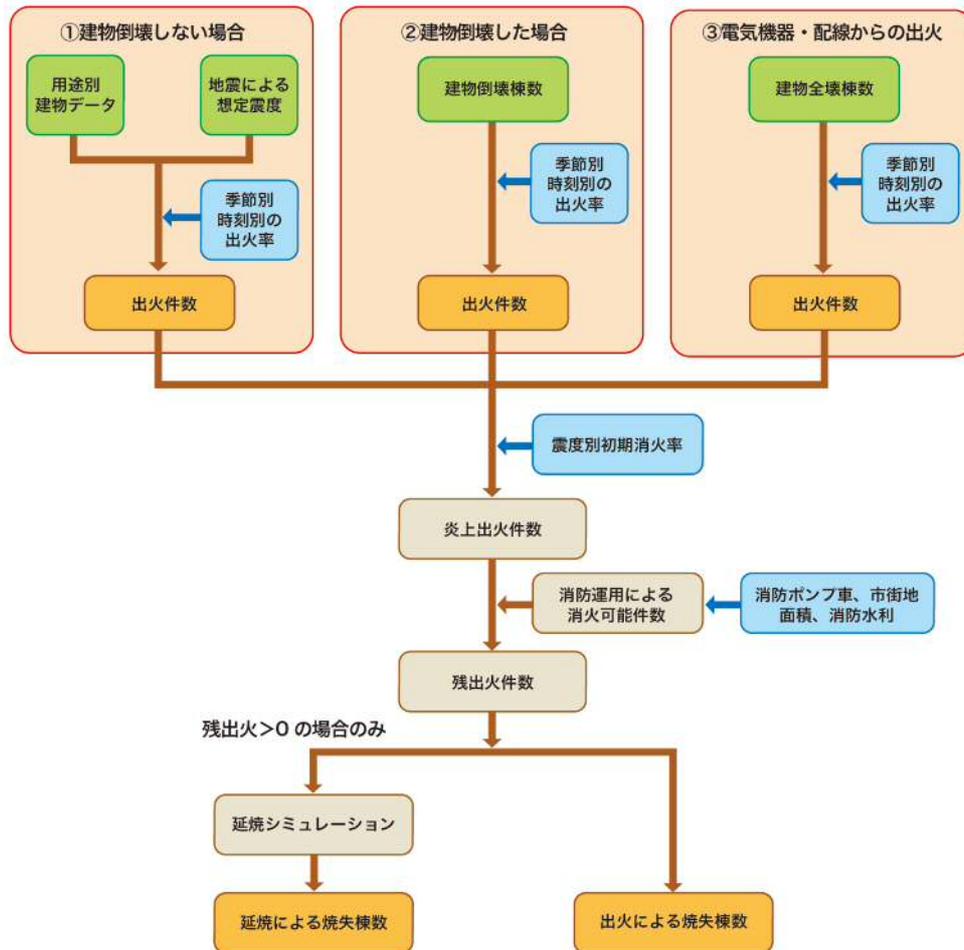


図 1.5.2 火災・延焼被害の想定フロー

1 全出火件数

内閣府（平成 25 年）で用いられている震度別用途別出火率（季節時間別）に基づき、出火件数を算定した。

- ・ 出火要因のうち、最も影響の大きい火気器具、電熱器具からの出火を対象
- ・ 出火要因別に次の①から③に示す手法で出火件数を算定

①建物倒壊しない場合の火気器具・電熱線からの出火

建物倒壊しない場合の出火は、震度別用途別出火率（季節時間別）を設定した。算定式は次のとおりとした。

$$\text{全出火件数} = \text{震度別用途別出火率} \times \text{用途別建物棟数}$$

表 1.5.3 各時刻における震度別用途別出火率

冬深夜	震度 5 弱	震度 5 強	震度 6 弱	震度 6 強	震度 7
飲食店	0.0003%	0.0009%	0.0047%	0.0188%	0.066%
物販店	0.0001%	0.0004%	0.0013%	0.0059%	0.051%
病院	0.0002%	0.0004%	0.0014%	0.0075%	0.118%
診療所	0.0000%	0.0002%	0.0005%	0.0018%	0.007%
事務所等その他事務所	0.0000%	0.0001%	0.0004%	0.0020%	0.011%
住宅・共同住宅	0.0002%	0.0006%	0.0021%	0.0072%	0.026%
夏 12 時	震度 5 弱	震度 5 強	震度 6 弱	震度 6 強	震度 7
飲食店	0.0029%	0.0076%	0.0346%	0.1152%	0.331%
物販店	0.0005%	0.0015%	0.0071%	0.0253%	0.123%
病院	0.0009%	0.0016%	0.0070%	0.0296%	0.313%
診療所	0.0004%	0.0004%	0.0016%	0.0050%	0.023%
事務所等その他事務所	0.0005%	0.0017%	0.0083%	0.0313%	0.183%
住宅・共同住宅	0.0003%	0.0003%	0.0013%	0.0043%	0.021%
冬 18 時	震度 5 弱	震度 5 強	震度 6 弱	震度 6 強	震度 7
飲食店	0.0047%	0.0157%	0.0541%	0.1657%	0.509%
物販店	0.0007%	0.0022%	0.0085%	0.0302%	0.158%
病院	0.0008%	0.0017%	0.0072%	0.0372%	0.529%
診療所	0.0004%	0.0010%	0.0036%	0.0130%	0.041%
事務所等その他事務所	0.0003%	0.0012%	0.0052%	0.0216%	0.177%
住宅・共同住宅	0.0010%	0.0034%	0.0109%	0.0351%	0.115%

②建物倒壊した場合の火気器具・電熱線からの出火

建物倒壊した場合の出火は、震度別用途別出火率（季節時間別）を設定した。算定式は次のとおりとした。

阪神・淡路大震災時の事例から、冬における倒壊建物 1 棟当たり出火率を 0.0449%とし、さらに時刻別に補正した。

暖房器具類を使わない夏の場合には、倒壊建物 1 棟当たり出火率を 0.0286%とした。

時刻補正係数は、時刻別の出火率に基づき、1.0（5時）、2.2（12時）、3.4（18時）とした。

建物倒壊した場合の全出火件数

＝建物倒壊棟数×季節時間帯別の倒壊建物1棟当たり出火率

季節時間帯別の倒壊建物1棟当たり出火率：

0.0449%（冬深夜）、0.0629%（夏12時）、0.153%（冬18時）

③電気機器・配線からの出火

建物倒壊した場合の出火は、千葉県（平成27年）と同様に、電気機器・配線からの出火は建物全壊の影響を強く受けると考え、全壊棟数との関係により設定した。

電気機器からの出火件数＝0.044%×全壊棟数

配線からの出火件数＝0.030%×全壊棟数

2 炎上出火件数

炎上出火件数は、内閣府（平成25年）と同様に、全出火件数に対しての初期消火率（住民の自助努力）を用いて算出した。

初期消火率（ R_{IE} ）は、震度別に以下のように設定した。

表 1.5.4 初期消火率

震度階級	初期消火率
震度6弱以下	67%
震度6強	30%
震度7	15%

炎上出火件数は、50m メッシュの建物域について次式により算定した。

$$F_0 = (1 - R_{IE}) \cdot F_T$$

F_0 : 炎上出火件数

R_{IE} : 初期消火率

F_T : 全出火件数

メッシュ毎に算出した炎上出火件数は、以下の方法で出火点の配置を行った。

- メッシュごとに求められた炎上出火件数の存在確率(メッシュごと的小数値)を大きい順に並べ替える。
- 炎上出火件数の存在確率が大きい方から順に値を足し合わせていき、1 を超えるところまでを1つのグループとする。このグループによる炎上出火件数は1件強となるため、このグループ内に1箇所の出火点を配置するものとし、このグループ内の最も大きい値のメッシュに出火点を配置する。
- それ以降のメッシュについても同様に、炎上出火件数の和が1 を超えるごとにグルーピングし、それぞれ出火点を配置する。

3 残出火件数

残出火数は炎上出火件数に対する消防運用により消火できる分を考慮して推定した。現況の消防力と阪神・淡路大震災での消火実績等をもとにした式を採用した。

消防ポンプ自動車数、小型動力ポンプ数および消防水利数をもとに消火可能件数を算出した。

$$\begin{aligned} \text{消火可能件数} = & \alpha \times (\text{消防ポンプ自動車数} / 2 + \text{小型動力ポンプ数} / 4) \\ & \times \{1 - (1 - 61,544 / \text{市街地面積 (m}^2\text{)}) \text{水利数}\} \end{aligned}$$

$$\text{残出火件数} = \text{炎上出火件数} - \text{消火可能火災件数}$$

上式の補正係数 α は、強風時を0.2、平常時は0.3とした。

4 焼失棟数

残出火が発生した場合は、内閣府（平成 25 年）を参考に、以下の方法で延焼シミュレーションを行うこととした。

- ・延焼速度式は東消式 2001 を使用
- ・メッシュ中心に延焼が到達した時点で当該メッシュは焼失と判定
- ・残出火の火点位置はランダムとして、計算を 100 回繰り返し、その平均的な焼失率を建物棟数に乗じて焼失棟数を算定
- ・延焼継続時間は 24 時間に設定

出火点による焼失棟数は、千葉県（平成 28 年）と同様に、出火した建物の周囲が焼失すると考え、1 出火点当たり 5 棟が焼失するものとした。

第6節 人的被害

人的被害は、揺れ、急傾斜地崩壊、火災、屋外転倒物、屋外落下物による死傷者として求めた。なお、液状化による建物被害からの人的被害は、発生しないとした。これは、既往災害事例や液状化による建物被害が急激的な倒壊を発生するものでなく、緩やかな建物傾斜によるものであるためである。

富里市の人口を小学校区別に下表に示す。

表 1.6.1 富里市の人口及び世帯数

小学校区	人口		世帯数	
	夜間人口 ^{※1} (人)	昼間人口 ^{※2} (人)	世帯数 ^{※1} (世帯)	1世帯 あたり人口 (人)
富里小学校	11,592	9,963	5,226	2.22
富里第一小学校	4,328	3,720	1,953	2.22
富里南小学校	9,699	8,336	4,359	2.23
浩養小学校	1,862	1,600	759	2.45
旧洗心小学校	819	704	303	2.70
日吉台小学校	10,644	9,148	5,013	2.12
根木名小学校	4,598	3,952	1,961	2.34
七栄小学校	6,592	5,666	3,080	2.14
計	50,134	43,089	22,654	2.21

※1 平成 29 年 6 月 1 日現在の住民基本台帳人口及び世帯数

※2 平成 27 年 10 月 1 日の国勢調査の昼夜間人口比 (0.8595) から求めた推計値

人的被害は、次頁に示す人口動態の考え方にに基づき、地震の発生時刻における建物内滞留人口、移動中人口を設定した。時刻ごとの人口については、5時は夜間人口、12時は昼間人口、18時は次頁に示す関係式から推定した。

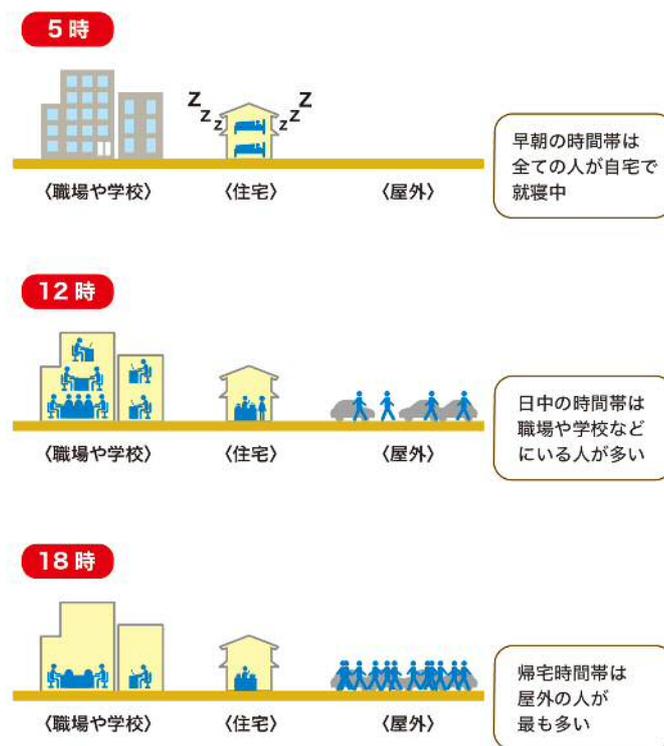


図 1.6.1 時刻別の人口動態の整理概要

表 1.6.2 時刻別屋内滞留人口及び移動中人口比率

時刻	住宅滞留人口及び非住宅滞留人口	移動中人口比率 (%)
5 時	<ul style="list-style-type: none"> 全人口 (人) = 夜間人口 (人) 住宅滞留人口 (人) = 屋内人口 (人) = 夜間人口 (人) 移動中人口 (人) = 0 (人) 	0
12 時	<ul style="list-style-type: none"> 全人口 (人) = 昼間人口 (人) 屋内人口 (人) = 0.95 × 昼間人口 (人) 住宅滞留人口 (人) = 0.35 × 夜間人口 (人) 非住宅滞留人口 (人) = 屋内人口 (人) - 住宅滞留人口 (人) 移動中人口 (人) = 0.05 × 全人口 (人) 	5
18 時	<ul style="list-style-type: none"> 全人口 (人) = (2 × 夜間人口 (人) + 3 × 昼間人口 (人)) / 5 屋内人口 (人) = 0.90 × { (2 × 夜間人口 (人) + 3 × 昼間人口 (人)) / 5 } 住宅滞留人口 (人) = 0.61 × 夜間人口 (人) 非住宅滞留人口 (人) = 屋内人口 (人) - 住宅滞留人口 (人) 移動中人口 (人) = 0.10 × 全人口 (人) 	10

住宅滞留人口及び木造建物と非木造建物の棟数をもとに、木造住宅滞留人口と非木造住宅滞留人口を算出した。

木造住宅滞留人口

$$= \text{住宅滞留人口} \times \{ \text{木造住宅棟数} / (\text{木造住宅棟数} + \text{非木造住宅棟数}) \}$$

非木造住宅滞留人口

$$= \text{住宅滞留人口} \times \{ \text{非木造住宅棟数} / (\text{木造住宅棟数} + \text{非木造住宅棟数}) \}$$

非住宅滞留人口及び木造非住宅と非木造非住宅の棟数をもとに、木造非住宅滞留人口と非木造非住宅滞留人口を算出した。

木造非住宅滞留人口 = 非住宅滞留人口

$$\times \{ \text{木造非住宅棟数} / (\text{木造非住宅棟数} + \text{非木造非住宅棟数}) \}$$

非木造非住宅滞留人口 = 非住宅滞留人口

$$\times \{ \text{非木造非住宅棟数} / (\text{木造非住宅棟数} + \text{非木造非住宅棟数}) \}$$

1 死者

(1) 建物倒壊による死者

建物倒壊による死者は、千葉県（平成 28 年）と同様に、300 人以上の死者が発生した近年の 5 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）の被害事例に基づき、建物倒壊と死者数の関係式を用いて算出した。

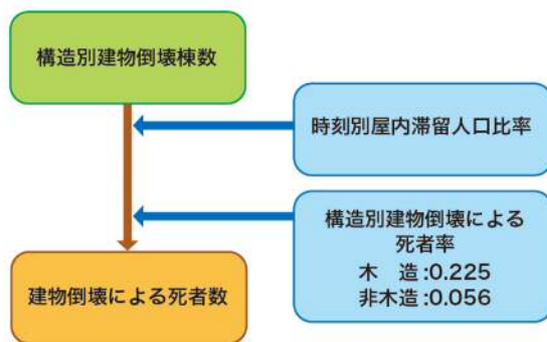


図 1.6.2 建物倒壊による死者の想定フロー

死者数 = 木造建物内死者数 + 非木造建物内死者数

木造建物内死者数 = $t_w \times (\text{揺れによる木造建物倒壊棟数}) \times (\text{木造建物内滞留率})$

非木造建物内死者数

= $t_n \times (\text{揺れによる非木造建物倒壊棟数}) \times (\text{非木造建物内滞留率})$

木造建物内滞留率

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

非木造建物内滞留率

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

$t_w = 0.225$

$t_n = 0.056 \times (P_{n0}/B_n) \div (P_{w0}/B_w)$

t_w : 木造建物の倒壊による標準式の死者率

t_n : 非木造建物の倒壊による標準式の死者率

P_{w0} : 夜間人口 (木造) P_{n0} : 夜間人口 (非木造)

B_w : 建物棟数 (木造) B_n : 建物棟数 (非木造)

(2) 土砂災害による死者

土砂災害による死者は、千葉県（平成 28 年）と同様に、昭和 42 年から昭和 56 年までの被害実態から求められた被害棟数と死者数の関係式を用いて算出した。

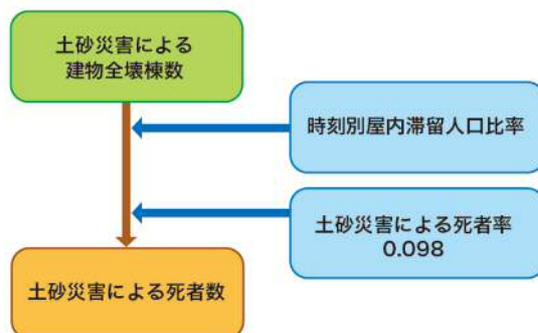


図 1.6.3 土砂災害による死者の想定フロー

算出に用いた式は、次のとおり。なお木造建物内滞留人口比率における 24 時間平均は、5 時と 12 時の平均値とした。

土砂災害による死者数

$$= 0.098 \times \text{土砂災害による全壊棟数} \times 0.7 \times \text{木造建物内滞留人口比率}$$

木造建物内滞留人口比率

$$= \text{発生時刻の木造建物内滞留人口} / \text{木造建物内滞留人口の 24 時間平均}$$

(3) 火災による死者

火災による死者は、千葉県（平成 28 年）と同様に、出火件数と屋内滞留人口比率から想定する手法により算出した。

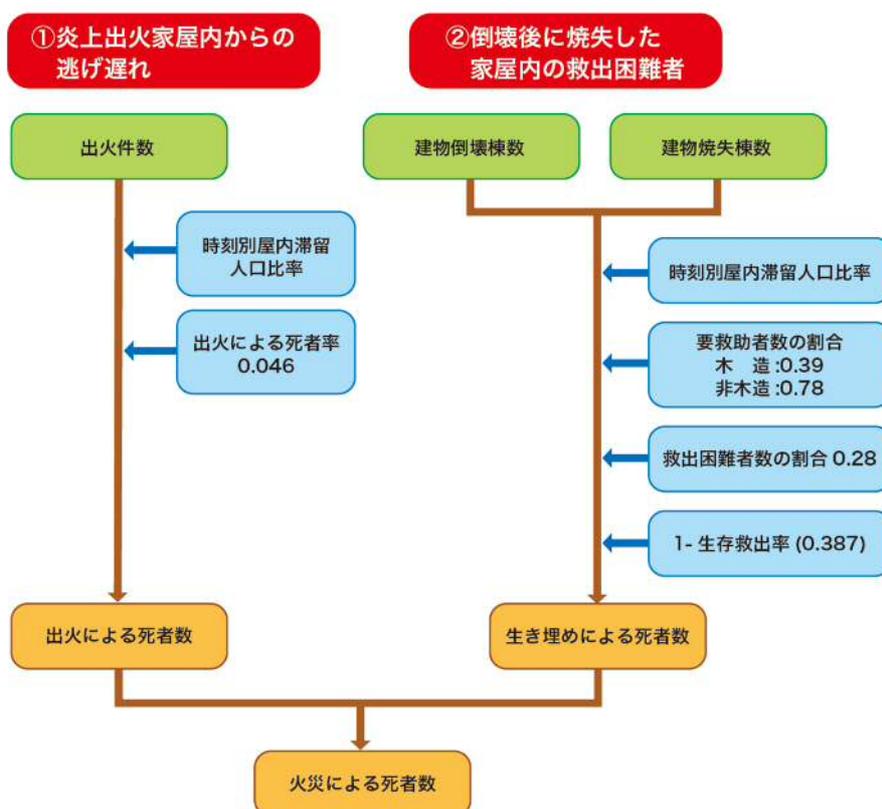


図 1.6.4 火災延焼による死者の想定フロー

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死者数は、次の式により算出した。

$$\text{死者数} = 0.046^{*1} \times \text{出火件数} \times \text{屋内滞留人口比率}$$

$$\text{屋内滞留人口比率} = \text{発生時刻の屋内滞留人口} / \text{屋内滞留人口の 24 時間平均}^{*2}$$

※1 係数 0.046 は平成 17 年～平成 22 年の朝 5 年間の全国における建物出火（放火を除く）当たりの死者数

※2 屋内滞留人口の 24 時間平均は朝 5 時と昼 12 時の平均値

②倒壊後に焼失した家屋内の救出困難者（生き埋め等）

救出困難な要救助者数のうち、全壊による死者数を除いた人数を閉じ込めによる死者数とした。

$$\text{死者数} = \text{全壊かつ焼失建物内の救出困難な人} \times (1 - \text{生存救出率 (0.387)})$$

全壊かつ焼失建物内の救出困難な人

$$= (1 - \text{早期救出可能な割合 (0.72)}) \times \text{全壊かつ焼失建物内の要救助者数}$$

全壊かつ焼失建物内の要救助者数

$$= \text{建物全壊による要救助者数} \times (\text{全壊かつ焼失建物の棟数} / \text{全壊建物数})$$

(4) 屋外転倒等による死者

ブロック塀等の倒壊による死者は、千葉県（平成 28 年）と同様に、昭和 53 年宮城県沖地震時のブロック塀等の被害件数と死者数の関係式を用いて算出した。

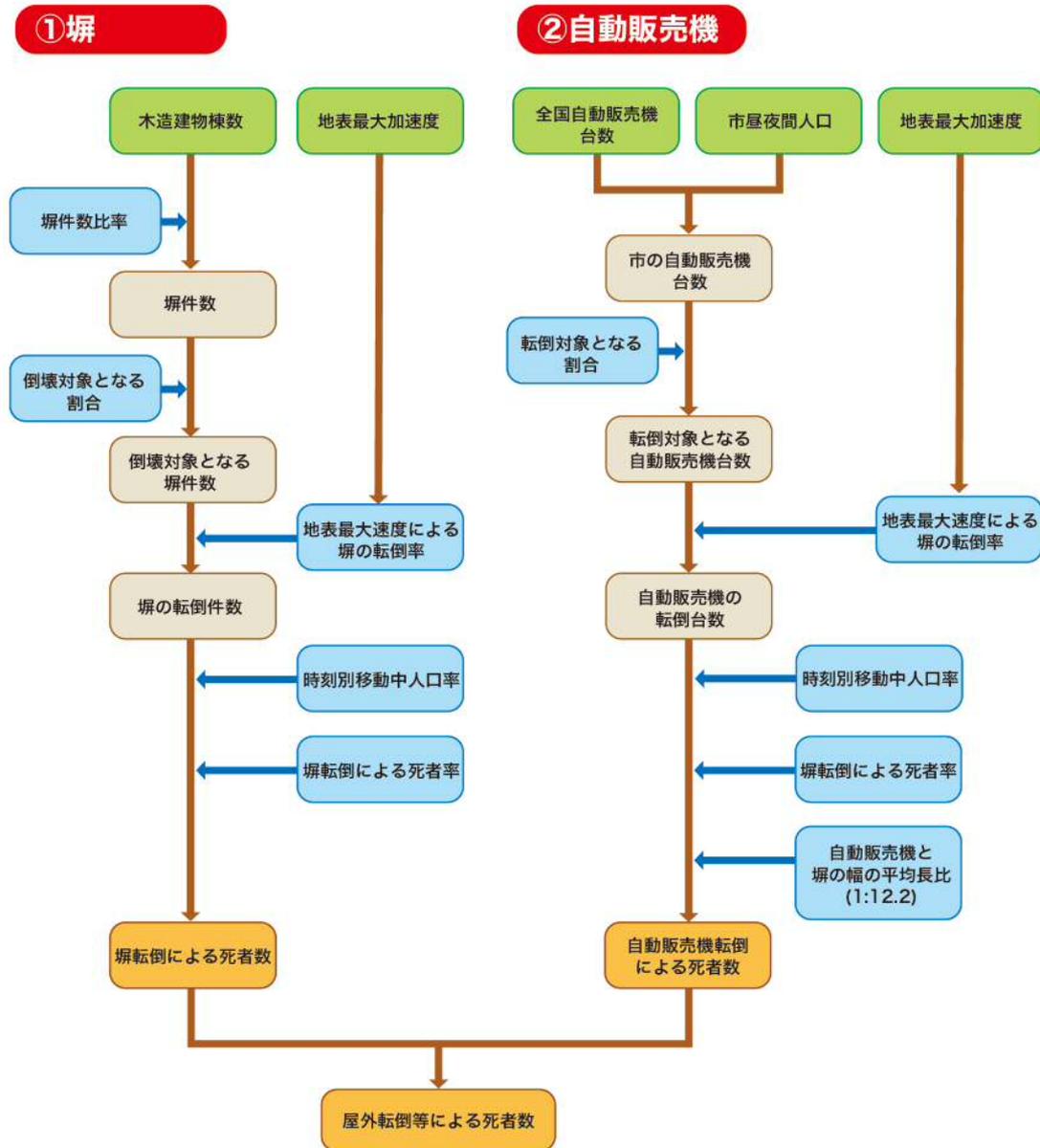


図 1.6.5 屋外転倒等による死者の想定フロー

①塀

塀件数比率（ブロック塀：愛知県（平成 15 年）、石塀・コンクリート塀：東京都（平成 9 年））を用いて、ブロック塀、石塀、コンクリート塀の件数を算出した。

表 1.6.3 塀件数比率

ブロック塀	石塀	コンクリート塀
0.16×（木造建物棟数）	0.035×（木造建物棟数）	0.036×（木造建物棟数）

東京都（平成 9 年）による各塀の危険度調査では、外見調査の結果、特に改善が必要のない塀の比率が設定されていることから、このうちの半分は耐震基準を十分満たし、倒壊の危険性はないものとした。

表 1.6.4 倒壊対象となる塀の割合

塀の種類	外見調査の結果特に改善 が必要ない塀の比率（A）	倒壊対象となる割合 （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

昭和 53 年宮城県沖地震の地震動の強さ（地表最大加速度）とブロック塀等の転倒率との関係から次の式を設定した。

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

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

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

ブロック塀転倒数、石塀転倒数、コンクリート塀転倒数は、転倒対象の割合と被害率から次のように算出した。

$$\text{ブロック塀転倒数} = \text{ブロック塀数} \times \text{転倒対象割合} \times \text{ブロック塀被害率}$$

$$\text{石塀転倒数} = \text{石塀数} \times \text{転倒対象割合} \times \text{石塀被害率}$$

コンクリート塀転倒数

$$= \text{コンクリート塀数} \times \text{転倒対象割合} \times \text{コンクリート塀被害率}$$

死者数は、各塀の転倒率と死者率、時刻別移動中人口により算出した。

$$\text{死者数} = 0.00116 \text{ (死者率)} \times \text{ブロック塀等転倒数} \times \text{時刻別移動中人口} \\ \div 18 \text{ 時移動中人口} \times (\text{移動中人口} / \text{市街地面積}) / 1689.16^{*1} \text{ (人/km}^2\text{)}$$

※1 宮城県沖地震時の仙台市の屋外人口密度

②自動販売機

自動販売機台数は、全国自動販売機台数 5,084,340 台（平成 23 年末時点、日本自動販売機工業会調べ）と平成 27 年昼夜間人口から算出した。

$$\text{市内自動販売機台数} = \text{全国自動販売機台数} \\ \times \{ (\text{市夜間人口} + \text{市昼間人口}) / (\text{全国夜間人口} + \text{全国昼間人口}) \}$$

転倒対象となる自動販売機の割合は、屋外設置比率（約 6 割^{*1}）と転倒防止措置未対応率（約 1 割^{*2}）より設定した。

自動販売機の被害率は、阪神・淡路大震災時の、概ね震度 6 弱以上の地域における転倒率 20.9%（25,880 台 / 124,100 台）^{*3}により設定した。

※1 清涼飲料水メーカーへのヒアリング結果（内閣府（平成 25 年））

※2 自動販売機転倒防止対策の進捗状況を踏まえて設定（内閣府（平成 25 年））

※3 神戸市、西宮市、尼崎市、宝塚市、芦屋市、淡路島の全市町における全数調査

自動販売機転倒台数を転倒対象の割合と被害率から、次のように算出した。

$$\text{自動販売機転倒台数} = \text{市内自動販売機台数} \times 0.6 \text{ (屋外設置率)} \\ \times 0.1 \text{ (転倒防止装置未対応率)} \times 0.29 \text{ (転倒率)}$$

自動販売機による死者数は、塀の被害率を参考に、自動販売機とブロック塀の幅の平均長の比（1 : 12.2）によって補正し算出した。

$$\text{死者数} = 0.00116 \text{ (死者率)} \times 1/12.2 \times \text{自動販売機転倒台数} \times \text{時刻別移動中人口} \\ \div 18 \text{ 時移動中人口} \times (\text{移動中人口} / \text{市街地面積}) / 1689.16 \text{ (人/km}^2\text{)}$$

(5) 屋外落下物による死者

屋外落下物による死者は、千葉県（平成 28 年）と同様に、昭和 53 年宮城県沖地震時の落下物による被害事例に基づく死者率を用いて算出した。

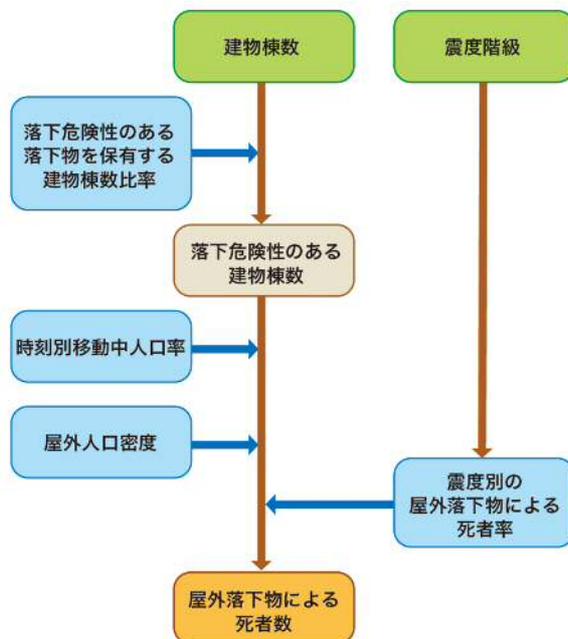


図 1.6.6 屋外落下物による死者の想定フロー

算出に用いた式は、次のとおり。

$$\text{死者数} = (\text{死者率}^{\ast 1}) \times \{ \text{落下危険性のある落下物を保有する建物棟数} / \text{建物棟数} \\ \times \text{時刻別移動中人口数} \} \times \text{屋外人口密度} / 1689.16^{\ast 2} \text{ (人/km}^2\text{)}$$

※1 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

※2 宮城県沖地震時の仙台市の屋外人口密度

表 1.6.5 屋外落下物による死者率

震度階級	死者率 (%)
震度 7	0.00504
震度 6 強	0.00388
震度 6 弱	0.00239
震度 5 強	0.000604
震度 5 弱	0
震度 4	0

2 負傷者

(1) 建物被害による負傷者

建物被害による負傷者は、千葉県（平成 28 年）と同様に、300 人以上の死者が発生した近年の 5 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）及び東日本大震災の内陸被災市町村の被害事例から算出した建物被害と負傷者数との関係を用いた。

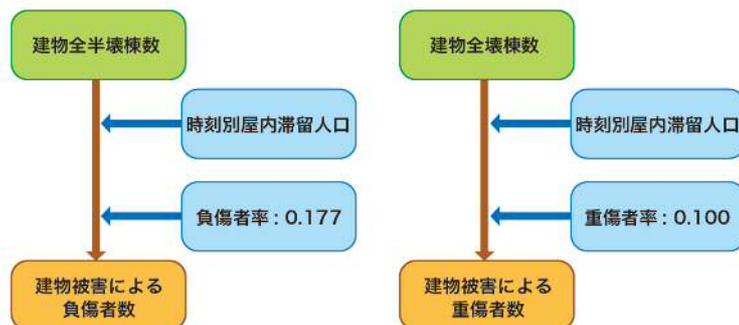


図 1.6.7 建物被害による負傷者の想定フロー

算出に用いた式は、次のとおり。

木造建物における負傷者数

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

非木造建物における負傷者数

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

α_w （木造建物内滞留率）

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

α_n （非木造建物内滞留率）

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

β_w （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））

$$= (\text{発生時刻の木造建物 1 棟当たりの滞留人口}) / (\text{発生時刻の全建物 1 棟当たりの滞留人口})$$

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

$$= \frac{\text{(発生時刻の非木造建物 1 棟当たりの滞留人口)}}{\text{(発生時刻の全建物 1 棟当たりの滞留人口)}}$$

なお、負傷者のうち、重傷者の算出に用いた式は、次のとおり。

木造建物における重傷者数

$$= 0.100^{*1} \times \text{(揺れによる木造建物全壊棟数)} \times \alpha_w \times \beta_w$$

非木造建物における重傷者数

$$= 0.100^{*1} \times \text{(揺れによる非木造建物全壊棟数)} \times \alpha_n \times \beta_n$$

※1 建物倒壊による標準式の重傷者率

α_w (木造建物内滞留率)

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

α_n (非木造建物内滞留率)

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

β_w (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))

$$= \frac{\text{(発生時刻の木造建物 1 棟当たりの滞留人口)}}{\text{(発生時刻の全建物 1 棟当たりの滞留人口)}}$$

β_n (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))

$$= \frac{\text{(発生時刻の非木造建物 1 棟当たりの滞留人口)}}{\text{(発生時刻の全建物 1 棟当たりの滞留人口)}}$$

(2) 土砂災害による負傷者

土砂災害による負傷者は、千葉県（平成 28 年）と同様に、内閣府（平成 25 年）に基づき、負傷者数は死者数の 1.25 倍、重傷者数は負傷者数の 0.5 倍として算出した。



図 1.6.8 土砂災害による負傷者の想定フロー

算出に用いた式は、次のとおり。

土砂災害による負傷者数 = $1.25 \times$ 土砂災害による死者数

土砂災害による重傷者数 = $0.5 \times$ 土砂災害による負傷者数

(3) 火災による負傷者

火災による負傷者は、千葉県（平成 28 年）と同様に、出火件数と屋内滞留人口比率から想定する手法により算出した。

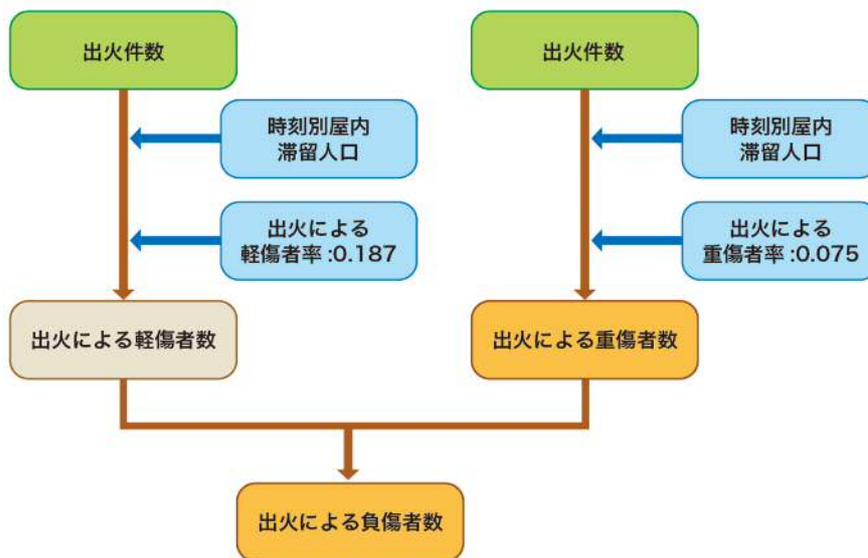


図 1.6.9 火災による負傷者の想定フロー

炎上出火建物からの逃げ遅れによる負傷者数(重傷者数)は、次の式により算出した。

出火直後の火災による負傷者数

$$= \text{出火直後の火災による軽傷者数} + \text{出火直後の火災による重傷者数}$$

$$\text{出火直後の火災による軽傷者数} = 0.187 \times \text{出火件数} \times \text{屋内滞留人口比率}$$

$$\text{出火直後の火災による重傷者数} = 0.075 \times \text{出火件数} \times \text{屋内滞留人口比率}$$

$$\text{屋内滞留人口比率} = \text{発生時刻の屋内滞留人口} / \text{屋内滞留人口の 24 時間平均}$$

(4) 屋外転倒等による負傷者

ブロック塀等の転倒による負傷者は、千葉県（平成 28 年）と同様に、昭和 53 年宮城県沖地震時のブロック塀等の被害件数と負傷者数との関係式を用いて算出した。

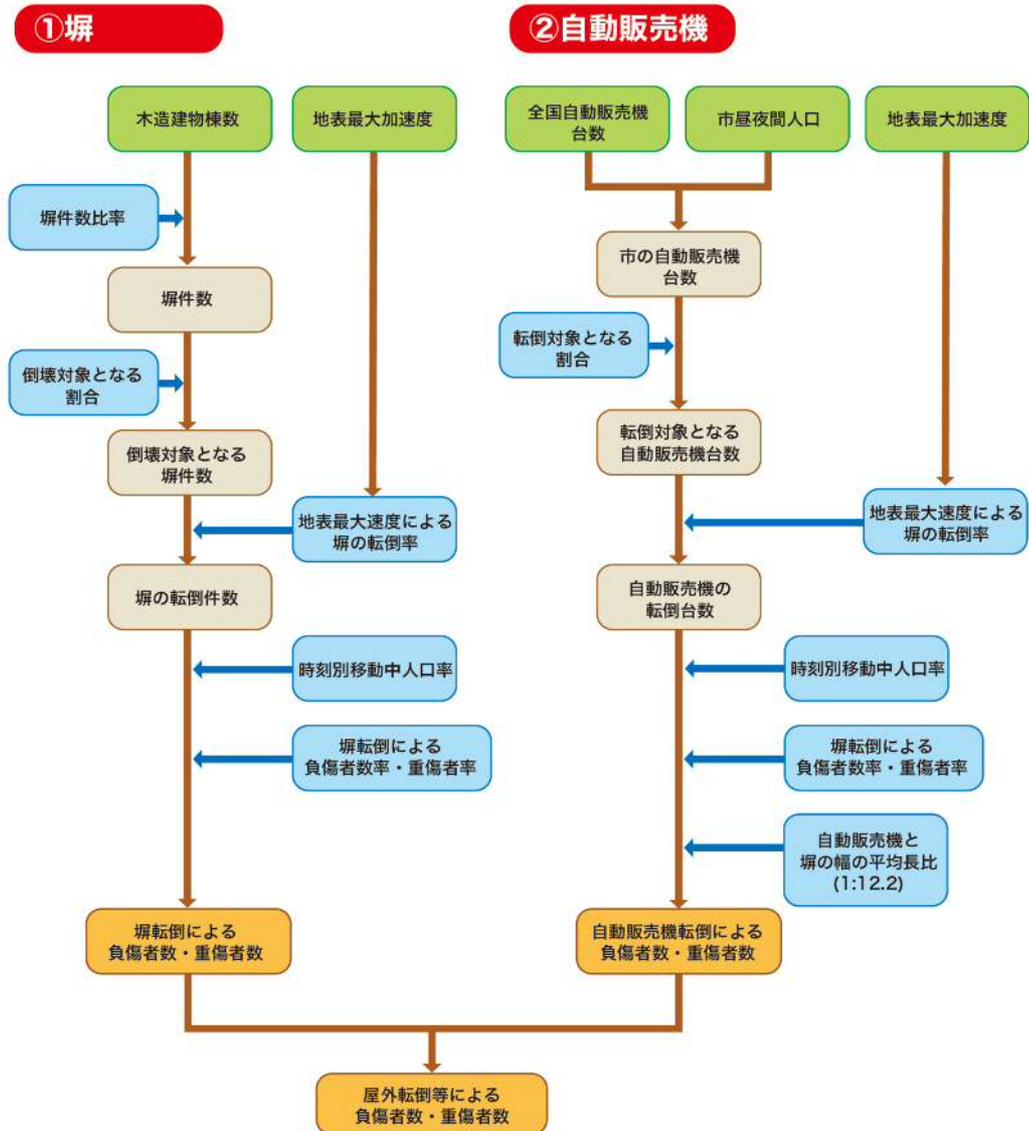


図 1.6.10 屋外転倒等による負傷者の想定フロー

① 塀

塀件数比率（ブロック塀：愛知県（平成 15 年）、石塀・コンクリート塀：東京都（平成 9 年））を用いて、ブロック塀、石塀、コンクリート塀の件数を算出した。

表 1.6.6 塀件数比率

ブロック塀	石塀	コンクリート塀
0.16× (木造建物棟数)	0.035× (木造建物棟数)	0.036× (木造建物棟数)

東京都（平成 9 年）による各塀の危険度調査結果では、外見調査の結果、特に改善が必要のない塀の比率が設定されていることから、このうちの半分は耐震基準を十分満たし、倒壊の危険性はないものとした。

表 1.6.7 倒壊対象となる塀の割合

塀の種類	外見調査の結果特に改善が必要ない塀の比率 (A)	倒壊対象となる割合 (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

昭和 53 年宮城県沖地震の地震動の強さ（地表最大加速度）とブロック塀等の転倒率との関係から次の式を設定した。

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

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

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

ブロック塀転倒数、石塀転倒数、コンクリート塀転倒数は、転倒対象の割合と被害率から次のように算出した。

$$\text{ブロック塀転倒数} = \text{ブロック塀数} \times \text{転倒対象割合} \times \text{ブロック塀被害率}$$

$$\text{石塀転倒数} = \text{石塀数} \times \text{転倒対象割合} \times \text{石塀被害率}$$

$$\begin{aligned} \text{コンクリート塀転倒数} \\ = \text{コンクリート塀数} \times \text{転倒対象割合} \times \text{コンクリート塀被害率} \end{aligned}$$

負傷者数（重傷者数）は、各塀の転倒率と負傷者（重傷者）率、時刻別移動中人口に

より算出した。

$$\text{負傷者数} = 0.04 \text{ (負傷者率)} \times \text{ブロック塀等転倒数} \times \text{時刻別移動中人口} \\ \div 18 \text{ 時移動中人口} \times (\text{移動中人口} / \text{市街地面積}) / 1689.16 \text{ (人/km}^2\text{)}$$

$$\text{重傷者数} = 0.0156 \text{ (重傷者率)} \times \text{ブロック塀等転倒数} \times \text{時刻別移動中人口} \\ \div 18 \text{ 時移動中人口} \times (\text{移動中人口} / \text{市街地面積}) / 1689.16 \text{ (人/km}^2\text{)}$$

②自動販売機

自動販売機台数は、全国自動販売機台数 5,084,340 台（平成 23 年末時点、日本自動販売機工業会調べ）と平成 27 年昼夜間人口から算出した。

$$\text{市内自動販売機台数} = \text{全国自動販売機台数} \\ \times \{ (\text{市夜間人口} + \text{市昼間人口}) / (\text{全国夜間人口} + \text{全国昼間人口}) \}$$

転倒対象となる自動販売機の割合は、屋外設置比率（約 6 割^{※1}）と転倒防止措置未対応率（約 1 割^{※2}）より設定した。

自動販売機の被害率は、阪神・淡路大震災時の、概ね震度 6 弱以上の地域における転倒率 20.9%（25,880 台 / 124,100 台）^{※3}により設定した。

※1 清涼飲料水メーカーへのヒアリング結果（内閣府（平成 25 年））

※2 自動販売機転倒防止対策の進捗状況を踏まえて設定（内閣府（平成 25 年））

※3 神戸市、西宮市、尼崎市、宝塚市、芦屋市、淡路島の全市町における全数調査

自動販売機転倒台数を転倒対象の割合と被害率から、次のように算出した。

$$\text{自動販売機転倒台数} = \text{市内自動販売機台数} \times 0.6 \text{ (屋外設置率)} \\ \times 0.1 \text{ (転倒防止装置未対応率)} \times 0.29 \text{ (転倒率)}$$

自動販売機による負傷者（重傷者）は、塀の被害率を参考に、自動販売機とブロック塀の幅の平均長の比（1 : 12.2）によって補正した。

$$\text{負傷者数} = 0.04 \text{ (負傷者率)} \times 1/12.2 \times \text{自動販売機転倒台数} \times \text{時刻別移動中人口} \\ \div 18 \text{ 時移動中人口} \times (\text{移動中人口} / \text{市街地面積}) / 1689.16 \text{ (人/km}^2\text{)}$$

$$\text{重傷者数} = 0.0156 \text{ (重傷者率)} \times 1/12.2 \times \text{自動販売機転倒台数} \times \text{時刻別移動中人口} \\ \div 18 \text{ 時移動中人口} \times (\text{移動中人口} / \text{市街地面積}) / 1689.16 \text{ (人/km}^2\text{)}$$

(5) 屋外落下物による負傷者

屋外落下物による負傷者は、千葉県（平成 28 年）と同様に、昭和 53 年宮城県沖地震時の落下物による被害事例に基づく負傷者率を用いて算出した。

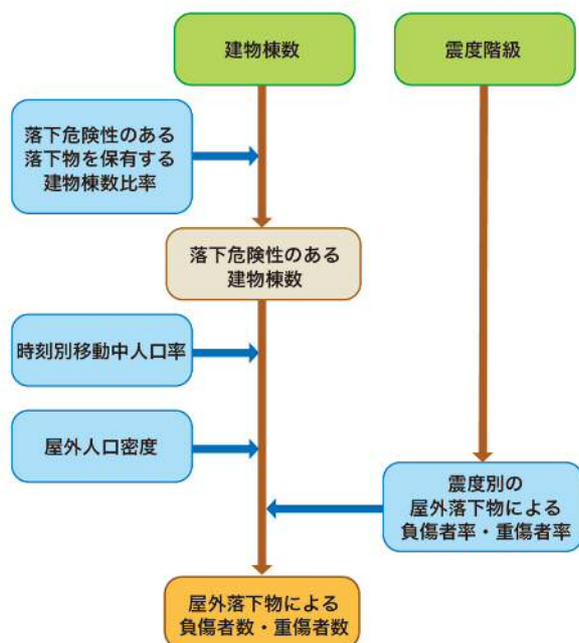


図 1.6.11 屋外落下物による負傷者の想定フロー

算出に用いた式は、次のとおり。

$$\text{負傷者数} = (\text{負傷者率}^{\ast 1}) \times \{ \text{落下危険性のある落下物を保有する建物棟数} / \text{建物棟数} \times \text{時刻別移動中人口数} \} \times \text{屋外人口密度} / 1689.16^{\ast 2} \text{ (人/km}^2\text{)}$$

$$\text{重傷者数} = (\text{重傷者率}^{\ast 1}) \times \{ \text{落下危険性のある落下物を保有する建物棟数} / \text{建物棟数} \times \text{時刻別移動中人口数} \} \times \text{屋外人口密度} / 1689.16^{\ast 2} \text{ (人/km}^2\text{)}$$

※1 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s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

※2 宮城県沖地震時の仙台市の屋外人口密度

表 1.6.8 屋外落下物による負傷者率及び重傷者率

震度階級	負傷者率 (%)	重傷者率 (%)
震度 7	1.69	0.0816
震度 6 強	1.21	0.0624
震度 6 弱	0.70	0.0383
震度 5 強	0.0893	0.00945
震度 5 弱	0	0
震度 4	0	0

3 要救助者

揺れによる建物被害に伴う要救助者（自力脱出困難者）は、千葉県（平成 28 年）と同様に、阪神・淡路大震災における建物全壊率と救助が必要となる要救助者との関係を用いて算出した。

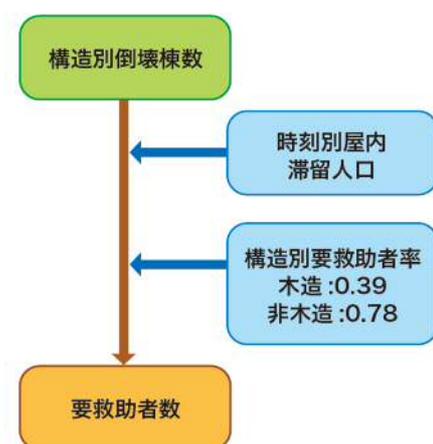


図 1.6.12 要救助者の想定フロー

算出に用いた式は、次のとおり。

要救助者数（木造建物）＝0.39×木造倒壊率×木造建物屋内人口

要救助者数（非木造建物）＝0.78×非木造倒壊率×非木造建物屋内人口

第7節 ライフライン被害

ライフライン被害は、上水道、下水道、電力、通信（固定電話、携帯電話）、ガス（都市ガス、LP ガス）を対象に地震による影響人口及び時系列の復旧率として求めた。

1 上水道

上水道被害は、千葉県（平成 28 年）と同様に、揺れや液状化による管路の被害、停電の影響等を考慮して断水人口及び断水率として算出した。なお断水率については、阪神・淡路大震災を含む過去の地震時の被害をもとに配水管の被害率と水道供給支障率（断水率）の関係を設定した川上（1996）の手法を改良した神奈川県（平成 21 年）の予測手法を用いた。

また震度別の復旧に要する日数に基づき、1 週間後、1 ヶ月後の断水人口及び断水率を算出した。

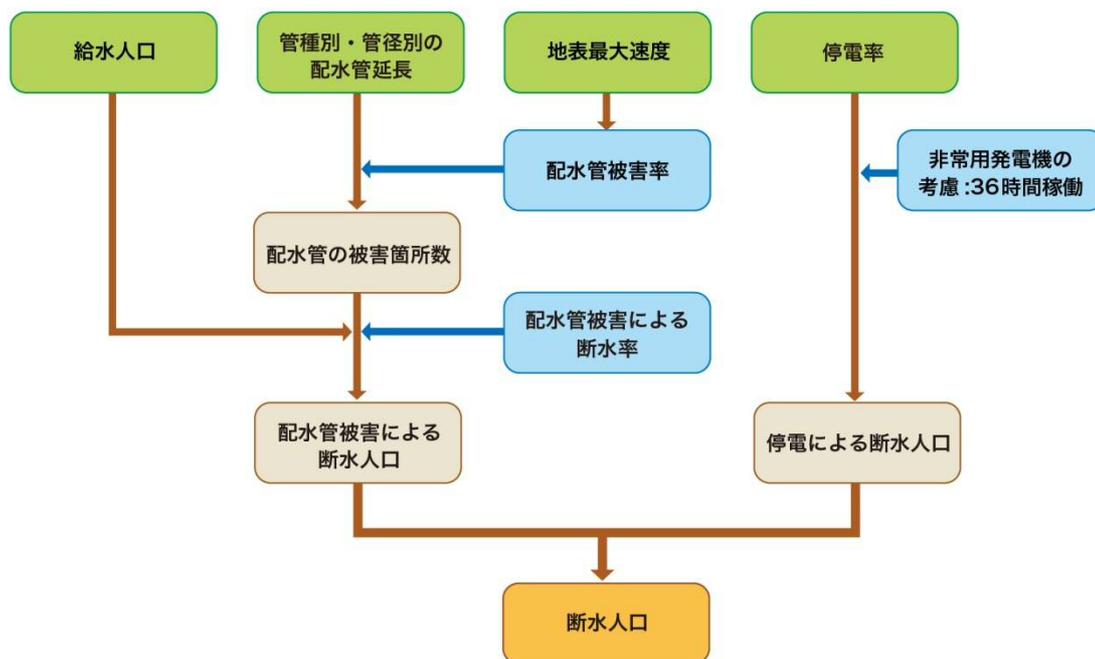


図 1.7.1 上水道被害の想定フロー

本調査は小学校区別の給水人口を用いて被害想定を行った。

表 1.7.1 富里市の給水人口（給水区域分布から推計）

小学校区	上水道給水人口 (人)
富里小学校	8,580
富里第一小学校	6,226
富里南小学校	7,154
浩養小学校	982
旧洗心小学校	0
日吉台小学校	4,833
根木名小学校	4,523
七栄小学校	7,369
計	39,667

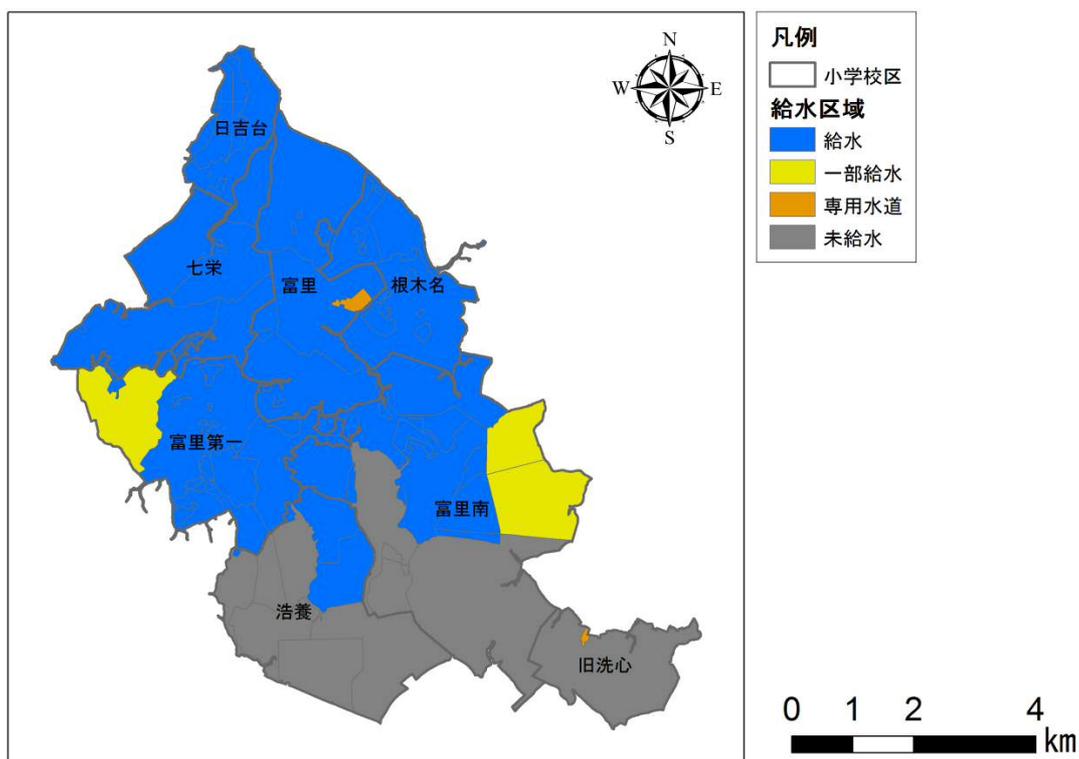


図 1.7.2 富里市の上水道給水区域

算出に用いた式は、次のとおり。

断水人口＝配水管被害による断水人口＋停電による断水人口

(1) 配水管被害による断水

配水管被害による断水人口は、断水率と給水人口から次式を用いて算出した。

配水管被害による断水人口＝断水率×給水人口

断水率＝ $1 / \{ 1 + 0.00789 \times (\text{配水管被害率})^{-2.801} \}$

配水管被害率＝被害箇所数 / 管路長(km)

被害箇所数 (D)＝ $C_g \cdot C_d \cdot C_p \cdot C_l \cdot R(v) \cdot L$

被害率曲線 $R(v) = C \Phi \left((\ln v - \lambda) / \zeta \right)$

R：標準被害率(箇所/km)

C、 λ 、 ζ ：標準被害率曲線の回帰定数

v：地表最大速度(cm/s)

C_g ：地形補正係数

C_d ：口径補正係数

C_p ：管種補正係数

C_l ：液状化補正係数(低地面積率による補正)

L：管路長(km)

D：被害箇所数

算出に用いた各種係数は下表のとおり。

表 1.7.2 上水道管の標準被害率曲線の回帰係数

管種	ζ	λ	C
CIP・VP・その他	0.860	5.00	2.06
DIP(ダクタイル鋳鉄管)	0.864	6.04	4.99

表 1.7.3 管種補正係数 C_p

管種	管種補正係数 C_p
ACP(石綿セメント管)	1.2
CIP(鑄鉄管)	1.0
VP(塩化ビニル管)	1.0
SGP(ねじ鋼管)	2.0
SP(溶接鋼管)	0.3
PEP(ポリエチレン管)	0.1
CP(コンクリート管)	1.0
LP(鉛管)	1.0
OP(その他管)	1.0

表 1.7.4 口径補正係数 C_d

管径	口径補正係数 C_d
~ ϕ 75mm	1.6
ϕ 100~150mm	1.0
ϕ 200~450mm	0.8
ϕ 500mm~	0.5

表 1.7.5 地形補正係数 C_g

微地形分類	地形補正係数 C_g
ローム台地	0.4
谷底平野	3.2
自然堤防	1.0
後背湿地・デルタ	3.2
砂州・砂丘	1.0
水面	3.2

表 1.7.6 液状化補正係数 C_l

P_L 値	液状化補正係数 C_l
$0 < P_L \leq 5$	1.0
$5 < P_L \leq 15$	2.0
$15 < P_L$	2.4

(2) 停電による断水

停電による断水人口は、断水率と給水人口から次式を用いて算出した。なお、停電による断水については、上水道施設の非常用発電機の稼働を考慮し、発災直後から 36 時間は断水しないものとした。

$$\text{停電による断水人口} = \text{停電率} \times (\text{給水人口} - \text{配水管被害による断水人口})$$

復旧については、上水道の地震後経過日数と供給率の関係を参考に、1 週間後と 1 ヶ月後の復旧率を算出した。

供給率復旧曲線は、東京大学地震研究所ら（2012）に示される阪神・淡路大震災の被災事例に基づくモデルを用いて算出した。

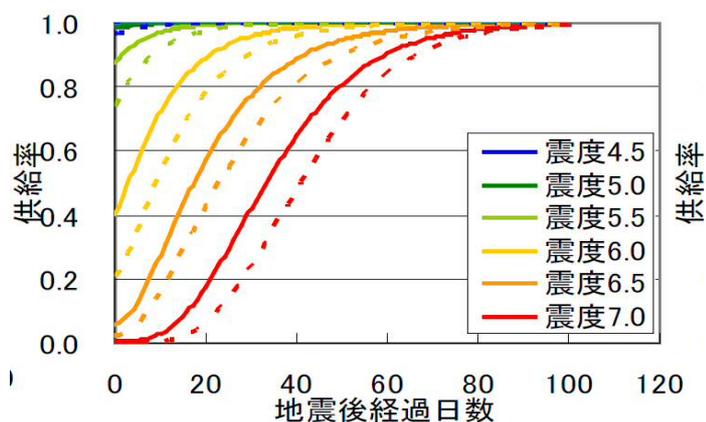


図 1.7.3 上水道の供給率復旧曲線（破線：オリジナル 実線：改良モデル）

2 下水道

下水道被害は、千葉県（平成 28 年）を参考に、揺れや液状化による管路の被害から支障人口及び支障率として算出した。

また復旧については上水道の復旧予測に基づき、1 週間後、1 ヶ月後の支障人口及び支障率として算出した。

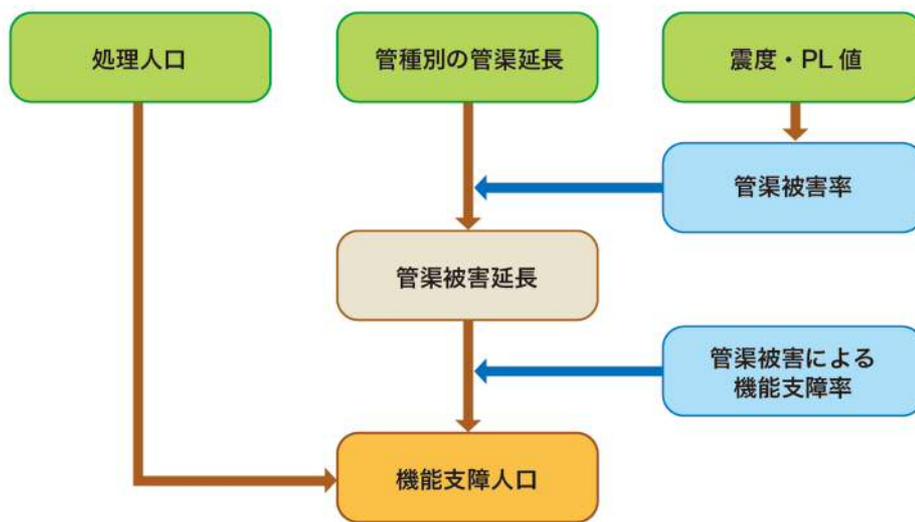


図 1.7.4 下水道被害の想定フロー

本調査は小学校区別の給水人口を用いて被害想定を行った。

表 1.7.7 富里市の処理人口（処理区域分布から推計）

小学校区	下水道処理人口 (人)
富里小学校	10,302
富里第一小学校	0
富里南小学校	4,227
浩養小学校	0
旧洗心小学校	0
日吉台小学校	10,571
根木名小学校	0
七栄小学校	6,069
計	31,169

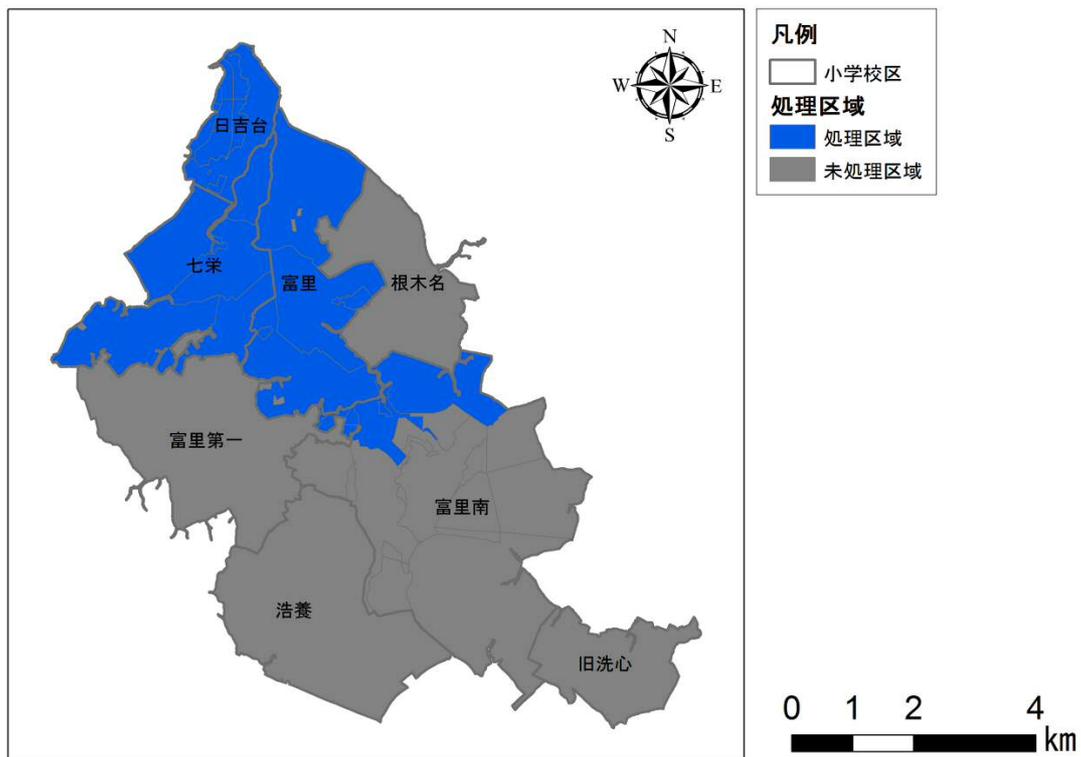


図 1.7.5 富里市の下水道処理区域

算出に用いた式は、次のとおり。

機能支障人口は、管渠被害から算出される機能支障率を考慮して算出した。

$$\text{機能支障人口} = \text{処理人口} \times \text{機能支障率}$$

$$\text{機能支障率} = \text{管渠被害延長} / \text{管渠延長}$$

$$\text{管渠被害延長} = \text{管種別管渠被害延長} \times \text{管種別被害率}$$

機能支障人口は、管渠被害から算出される機能支障率を考慮して算出した。

表 1.7.8 管種別被害率（内閣府（平成 25 年））

管種	震度 液状化		震度階級				
			5 弱	5 強	6 弱	6 強	7
塩ビ管 陶管	P_L 値	全て	1.0%	2.3%	5.1%	11.3%	24.9%
その他 の管	P_L 値	$15 < P_L$	0.6%	1.3%	3.0%	6.5%	14.5%
		$5 < P_L \leq 15$	0.5%	1.0%	2.2%	4.8%	10.6%
		$0 < P_L \leq 5$	0.4%	0.9%	2.0%	4.5%	9.8%
		$P_L = 0$	0.4%	0.9%	1.9%	4.2%	9.2%

復旧については、上水道の復旧にあわせて実施されるため、被害量からの復旧作業単位の設定は困難である。したがって、地震発生 1 日後から等比級数的に回復すると仮定して算出した（東京都（平成 18 年））。

3 電力

電力被害は、千葉県（平成 28 年）を参考に、揺れや液状化、火災による電柱の損害や電力需給バランス等を考慮して停電軒数及び停電率として算出した。なお電力の需給バランスに起因する停電は、市域のみでは検討が困難なため、千葉市直下で発生する千葉県北西部直下地震の場合は県の想定結果である供給率を採用し、その他の地震の場合は、発電所等の供給元の被害は考慮せず、市への電力供給は可能であることとした。

また震度別の復旧に要する日数に基づき、1 週間後、1 ヶ月後の停電軒数及び停電率を算出した。



図 1.7.6 電力被害の想定概要

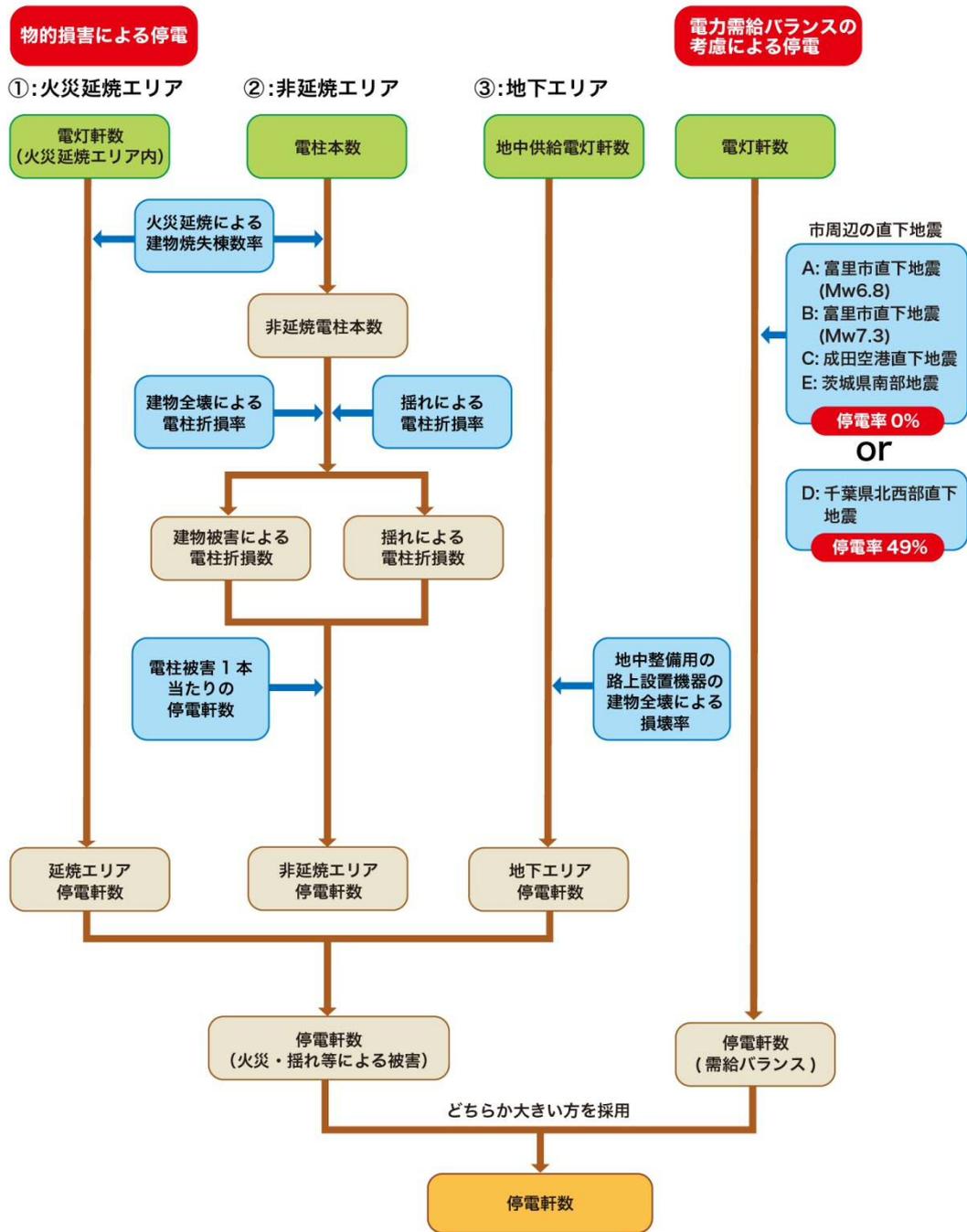


図 1.7.7 電力被害の想定フロー

算出に用いた式は、次のとおり。

①火災延焼エリアの停電

火災延焼エリアでの停電軒数は、火災による建物被害で設定された火災延焼による建物焼失棟数率を電灯軒数に掛け合わせて算出した。

$$\text{停電件数} = \text{電灯軒数} \times \text{火災延焼による建物焼失棟数率}$$

②非延焼エリアの停電

非延焼エリアでの停電軒数は、揺れによる電柱折損数(a)、建物全壊による電柱折損数(b)を算出し、停電軒数を算出した。

$$\begin{aligned} \text{停電軒数} &= \text{揺れ及び建物全壊による電柱折損数(a, b)} \\ &\quad \times \text{電柱被害 1 本当たりの停電軒数(電灯軒数/電柱本数)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{揺れによる電柱折損数(a)} \\ &= \text{電柱本数} \times \text{揺れによる電柱折損率} \end{aligned}$$

$$\text{建物全壊による電柱折損数(b)} = \text{電柱本数} \times \text{建物全壊による電柱折損率}$$

$$\text{建物全壊による電柱折損率} = 0.17155 \times \text{木造建物全壊率}$$

表 1.7.9 揺れによる電柱折損率

震度階級	揺れによる電柱折損率 (%)
震度 5 弱、5 強	0.00005
震度 6 弱、6 強	0.056
震度 7	0.8

③地下エリアの停電

地下エリアでの停電軒数は、地中設備につながる路上設置機器の建物全壊に起因する損壊により停電が生じると想定する。停電軒数の算出に当たっては、東日本大震災を踏まえた被害率の変更がないため、阪神淡路大震災の実態による中央防災会議（平成 18 年）の手法を採用して、地中整備用の路上設置機器の建物全壊による損壊率を乗じて算出した。

停電軒数＝電灯軒数×建物全壊による地中設備の路上設置機器の損壊率

建物全壊による地中設備の路上設置機器の損壊率＝建物全壊率×0.005

復旧については、電力の地震後経過時間と供給率の関係を参考に、1週間後と1ヶ月後の復旧率を算出した。

供給率復旧曲線は、東京大学地震研究所ら（2012）に示される阪神・淡路大震災の被災事例に基づくモデルを用いて算出した。

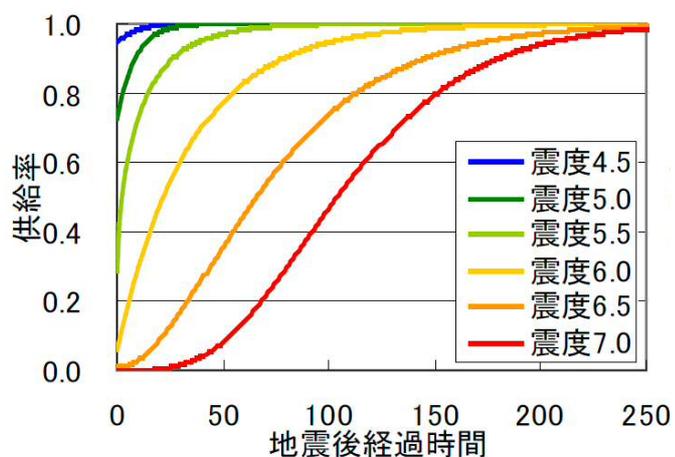


図 1.7.8 電力の供給率復旧曲線

4 通信

通信被害は、千葉県（平成 28 年）と同様に、揺れや液状化、火災による電柱の損害や停電の影響を考慮して固定電話と携帯電話の不通状況として算出した。固定電話は、不通回線数及び不通回線率として算出した。携帯電話は、固定電話の不通回線率を用いて不通ランクとして算出した。

また震度別の復旧に要する日数に基づき、固定電話の 1 週間後、1 ヶ月後の不通回線数及び不通回線率を算出した。

(1) 固定電話

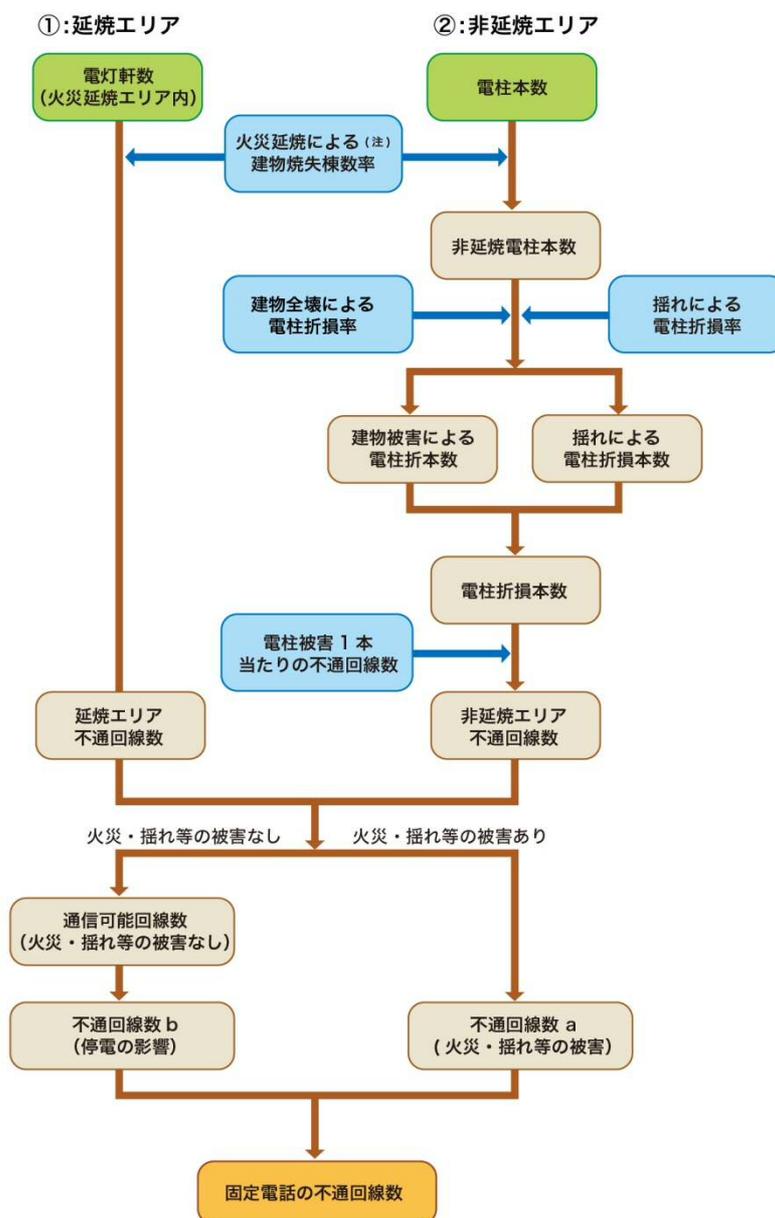


図 1.7.9 固定電話被害の想定フロー

固定電話は、以下の式を用いて算出した。

①火災延焼エリア

火災延焼エリアでの不通回線数は、火災による建物被害で設定された火災延焼による建物焼失棟数率を需要家回線数に掛け合わせることで算出した。

$$\text{不通回線数} = \text{需要家回線数} \times \text{火災延焼による建物焼失棟数率}$$

②非延焼エリア

非延焼エリアでの不通回線数は、揺れ、建物全壊による電柱被害によるものとし、建物被害及び揺れによる電柱折損数により算出した。

$$\begin{aligned} \text{不通回線数} &= \text{揺れ及び建物全壊による電柱被害本数 (a, b)} \\ &\quad \times \text{電柱被害 1 本当たりの不通回線数} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{揺れによる電柱被害本数 (a)} \\ &= \text{電柱本数} \times \text{揺れによる電柱折損率} \end{aligned}$$

$$\text{建物全壊による電柱被害本数 (b)} = \text{電柱本数} \times \text{建物全壊による電柱折損率}$$

$$\text{建物全壊による電柱折損率} = 0.17155 \times \text{木造建物全壊率}$$

$$\begin{aligned} \text{電柱被害 1 本当たりの不通回線数} &= \text{電柱被害 1 本当たりの不通配電線数 (0.36)} \\ &\quad \times \text{電柱 1 本当たりの契約回線数} \end{aligned}$$

$$\text{電柱 1 本当たりの契約回線数} = \text{地上部の需要家回線数} / \text{電柱本数}$$

表 1.7.10 揺れによる電柱折損率

震度階級	揺れによる電柱折損率 (%)
震度 5 弱、5 強	0.00005
震度 6 弱、6 強	0.056
震度 7	0.8

③停電の影響

停電の影響は、電力における停電の被害想定結果(停電率)を用いて、停電による不通回線数を算出した。

停電の影響による不通回線数

$$= \text{停電率} \times \text{通信可能回線数(火災・揺れの影響で不通しない回線数)}$$

④復旧

固定電話の復旧予測は、内閣府（平成 25 年）の通信復旧過程と同率で復旧するものとして算出した。

(2) 携帯電話

携帯電話は内閣府（平成 25 年）を参考に、固定電話の不通回線率と停電の影響を考慮した携帯電話不通ランクと、不通回線による停波基地局率として算出した。

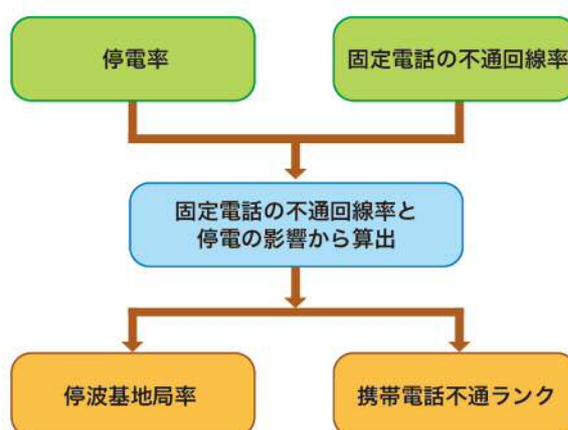


図 1.7.10 携帯電話被害の想定フロー

$$\text{停波基地局率} = 1 - (1 - \text{停電による基地局被害率}) \times (1 - \text{固定電話の不通回線率})$$

携帯電話不通ランクは、電力の被害想定結果として得られた停電率（電力の供給軒数に対する停電軒数の割合）と固定電話回線の被害想定結果として得られた不通回線率（固定電話回線数に対する不通回線数の割合）から、携帯電話が不通となる可能性をエリアごとに4段階で評価した（通話規制による輻輳は考慮していない）。

携帯電話の復旧予測は、電力及び固定電話の復旧想定を用いて行った。

表 1.7.11 携帯電話不通ランク

不通ランク	状態	判定基準
ランク A	非常につながりにくい	停電率・不通回線率の少なくとも一方が 50%超
ランク B	つながりにくい	停電率・不通回線率の少なくとも一方が 40%超
ランク C	ややつながりにくい	停電率・不通回線率の少なくとも一方が 30%超
ランク D	ランク A、B、C 以外	停電率・不通回線率のいずれも 30%未満

5 ガス

ガス被害は、千葉県（平成 28 年）と同様に、都市ガス及び LP ガスを対象に算出した。

(1) 都市ガス

都市ガス被害は、ガス事業者による安全措置としての供給停止を考慮し、SI 値 60kine の停止判定から供給停止戸数を算出した。



図 1.7.11 都市ガス被害の想定フロー

供給停止戸数 = 需要家数 × SI 値 60kine の停止判定

(2) LP ガス

LP ガス被害は、千葉県（平成 28 年）と同様に、阪神・淡路大震災において、全半壊建物では安全点検を実施しなければ LP ガスを使用できなかった世帯があったことを考慮し、全壊率及び半壊率を用いて供給停止世帯数として算出した。

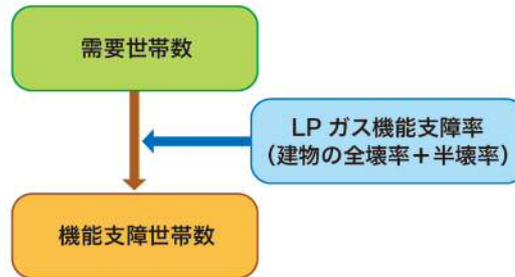


図 1.7.12 LP ガス被害の想定フロー

算出に用いた式は、次のとおり。

$$\text{機能支障世帯数} = (\text{全壊率} + \text{半壊率}) \times \text{総需要世帯数}$$

$$\text{LP ガス機能支障率} = \text{機能支障世帯数} / \text{総需要世帯数}$$

第8節 生活への影響

生活への影響は、災害応急対策を進める上で重要な項目であり、発災直後から復旧までの時系列に応じた影響を把握する必要がある。

本調査においては、避難者、帰宅困難者、物資の支給を対象とし、生活への影響として被害想定を行った。

1 避難者

避難者数は、内閣府（平成 25 年）と同様に、地震により自宅を失う人、あるいは断水により自宅での生活が困難となり避難が必要となる人を避難者として算出した。

避難者数は、発災直後、1週間後、1ヶ月後の3時期ごとに、避難所避難者数及び避難所外避難者数を算出した。

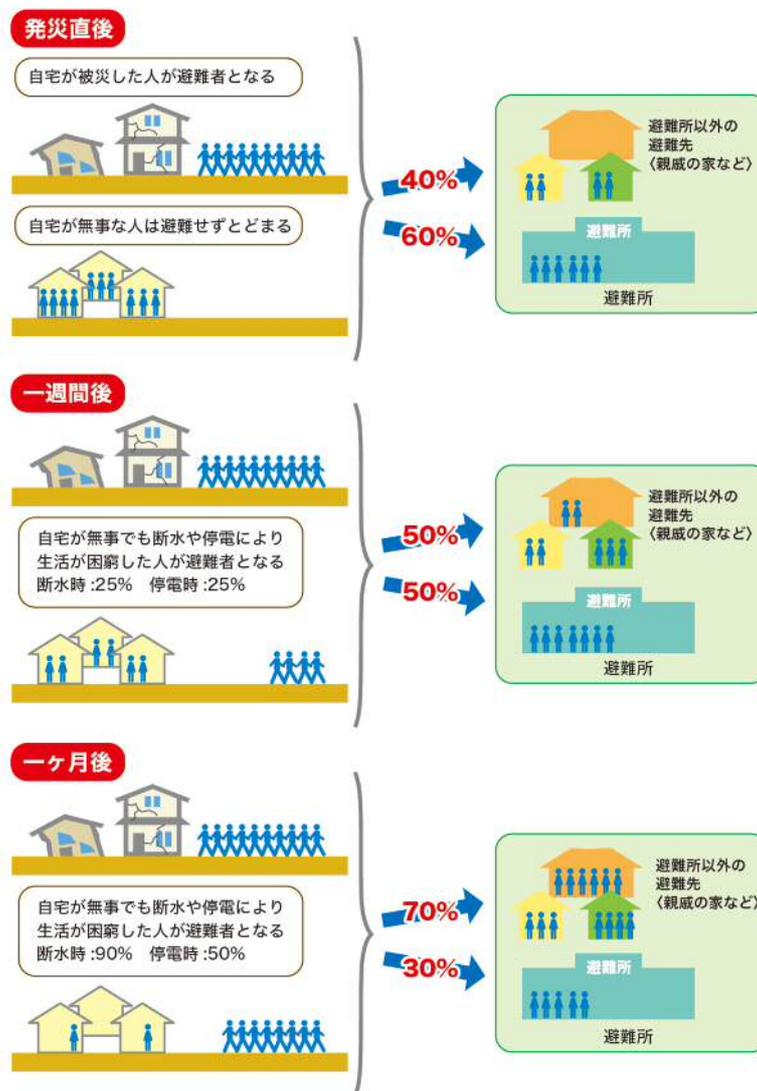


図 1.8.1 避難者の想定概要

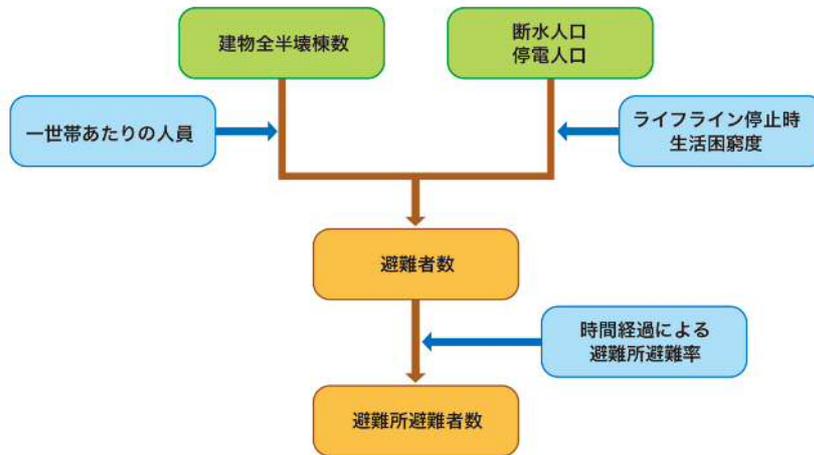


図 1.8.2 避難者の想定フロー

算出に用いた式は、次のとおり。

$$\begin{aligned} \text{全避難者数} &= (\text{全壊棟数} + \text{焼失棟数} + 0.13 \times \text{半壊棟数}) \times 1 \text{棟当たりの平均人員} \\ &\quad + (\text{断水人口又は停電人口}^{\ast 1} \times \text{ライフライン停止時生活困窮度}^{\ast 2}) \end{aligned}$$

$$\text{避難所避難者数} = \text{全避難者数} \times \text{避難所避難率}^{\ast 3}$$

$$\text{避難所外避難者数} = \text{全避難者数} - \text{避難所避難者数}$$

- ※1 断水人口又は停電人口は、自宅建物被害を原因とする避難者を除く断水あるいは停電世帯人員である。断水人口と停電人口の大きい方を採用する。
- ※2 ライフライン停止時生活困窮度は、断水又は停電が続くことにより生じる生活困窮度である。阪神・淡路大震災の事例に基づき、発災後からの時系列別に下表のとおり設定した。
- ※3 避難所避難率は発災後の時間経過に応じて変化することを考慮し、阪神・淡路大震災の実績を参考に以下のとおり設定した。

発災直後：0.6、1週間後：0.5、1ヶ月後：0.3

表 1.8.1 断水時及び停電時の生活困窮度

	発災直後	1週間後	1ヶ月後
断水時	0.0	0.25	0.90
停電時	0.0	0.25	0.50

2 帰宅困難者

帰宅困難者は、千葉県（平成 28 年）を参考に、平成 27 年国勢調査における市町村間への通勤・通学者を対象に、東日本大震災の帰宅実態調査結果に基づく外出距離別帰宅困難率を用いて帰宅困難者、滞留者として算出した。

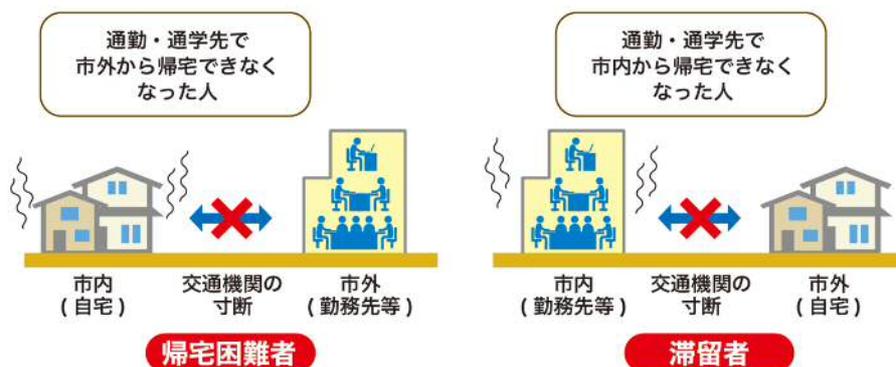


図 1.8.3 帰宅困難者の想定概要

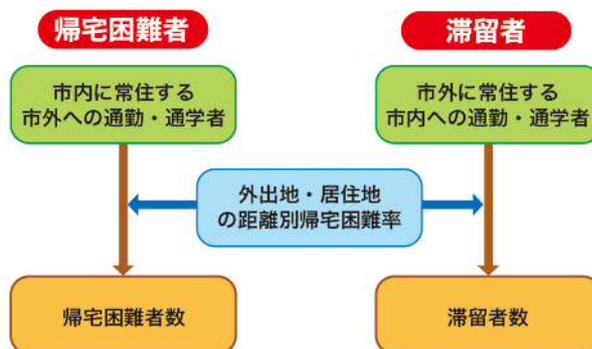


図 1.8.4 帰宅困難者の想定フロー

算出に用いた市町村別の通勤通学者一覧を下表に示す。この結果を用いて滞留者及び帰宅困難者を算出した。

表 1.8.2 市外から市内への通勤・通学者数

都道府県	市区町村	流入人口		
		総数	就業者	通学者
千葉県	千葉市中央区	54	53	1
千葉県	千葉市花見川区	25	25	0
千葉県	千葉市稲毛区	40	40	0
千葉県	千葉市若葉区	90	90	0
千葉県	千葉市緑区	40	40	0
千葉県	千葉市美浜区	27	27	0
千葉県	銚子市	15	15	0
千葉県	市川市	21	21	0
千葉県	船橋市	64	64	0
千葉県	松戸市	15	14	1
千葉県	香取市	283	264	19
千葉県	茂原市	25	25	0
千葉県	成田市	2,426	2,154	272
千葉県	佐倉市	549	537	12
千葉県	東金市	152	152	0
千葉県	匝瑳市	162	162	0
千葉県	旭市	67	67	0
千葉県	習志野市	32	32	0
千葉県	柏市	27	27	0
千葉県	市原市	20	20	0
千葉県	流山市	3	3	0
千葉県	八千代市	80	79	1
千葉県	我孫子市	14	14	0
千葉県	鎌ヶ谷市	22	22	0
千葉県	四街道市	113	112	1
千葉県	八街市	1,597	1,506	91
千葉県	印西市	156	150	6
千葉県	白井市	11	11	0
千葉県	酒々井町	423	406	17
千葉県	栄町	172	159	13
千葉県	山武市	596	585	11
千葉県	九十九里町	24	24	0
千葉県	神崎町	53	46	7
千葉県	多古町	233	219	14
千葉県	横芝光町	145	145	0
千葉県	大網白里市	57	57	0
千葉県	芝山町	248	219	29
千葉県	その他	73	68	5
他県		308	301	7
	計	8,462	7,955	507

表 1.8.3 富里市から市外への通勤・通学者数

都道府県	市区町村	流入人口		
		総数	就業者	通学者
千葉県	千葉市中央区	572	471	101
千葉県	千葉市花見川区	117	107	10
千葉県	千葉市稲毛区	176	139	37
千葉県	千葉市若葉区	195	155	40
千葉県	千葉市緑区	52	48	4
千葉県	千葉市美浜区	212	167	45
千葉県	銚子市	29	20	9
千葉県	市川市	182	133	49
千葉県	船橋市	316	258	58
千葉県	木更津市	15	14	1
千葉県	松戸市	54	45	9
千葉県	野田市	10	5	5
千葉県	香取市	207	193	14
千葉県	茂原市	45	45	0
千葉県	成田市	7,517	7,263	254
千葉県	佐倉市	1,076	978	98
千葉県	東金市	111	100	11
千葉県	匝瑳市	58	55	3
千葉県	旭市	70	65	5
千葉県	習志野市	178	118	60
千葉県	柏市	76	65	11
千葉県	市原市	62	51	11
千葉県	流山市	13	10	3
千葉県	八千代市	321	227	94
千葉県	我孫子市	44	26	18
千葉県	鎌ヶ谷市	11	11	0
千葉県	浦安市	86	68	18
千葉県	四街道市	217	166	51
千葉県	袖ヶ浦市	5	5	0
千葉県	八街市	798	681	117
千葉県	印西市	198	189	9
千葉県	白井市	22	21	1
千葉県	酒々井町	380	292	88
千葉県	栄町	64	64	0
千葉県	神崎町	27	27	0
千葉県	多古町	231	223	8
千葉県	山武市	238	215	23
千葉県	横芝光町	75	75	0
千葉県	芝山町	865	864	1
千葉県	その他	34	31	3
他県		1,917	1,609	308
	計	16,876	15,299	1,577

算出に用いた式は、次のとおり。

市内に住む人のうち、市外から帰宅できなくなった人を帰宅困難者として算出した。

$$\text{帰宅困難者} = (\text{従業地別（市外）の通勤・通学者}) \times \text{従業地別帰宅困難率}^{\ast}$$

市外に住む人のうち、市内から帰宅できなくなった人を滞留者として算出した。

$$\text{滞留者} = (\text{常住地別（市外）の通勤・通学者}) \times \text{従業地別帰宅困難率}^{\ast}$$

※常住地居住地間の距離は、市町村役場間の距離を採用し、外出地-居住地の距離別の帰宅困難率を用いた。

※下記に示すグラフの今回手法とは内閣府（平成 25 年）で示された帰宅困難率であり、東日本大震災当日における実績から設定したものである。

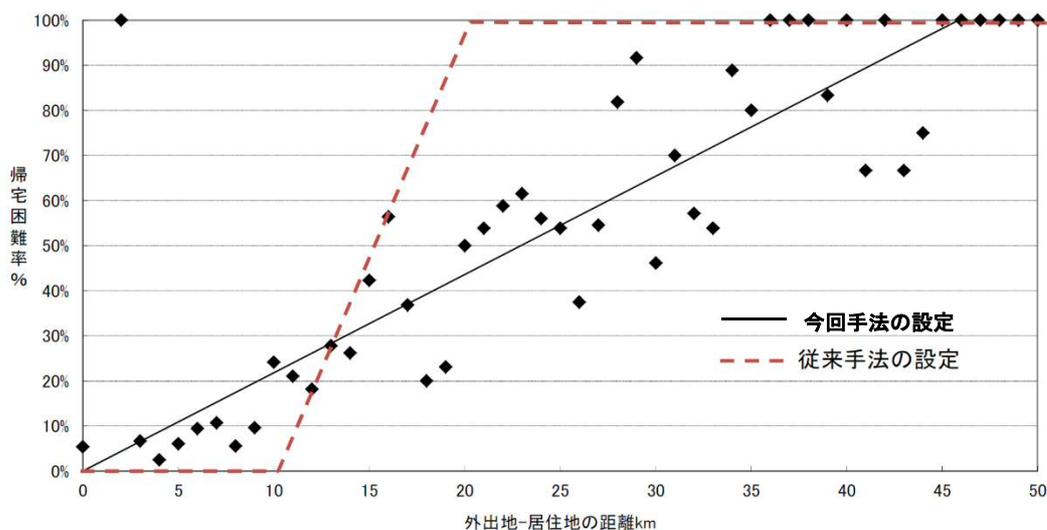


図 1.8.5 外出地-居住地の距離別帰宅困難率

3 物資の支給

物資の支給については、内閣府（平成 25 年）を参考に、市の備蓄量と、建物被害等により想定される避難所避難者等に基づく需要量を比較して物資の過不足量として算出した。

備蓄量は、市の備蓄分のほか、家庭内備蓄や県の備蓄、市外からの応援物資等も該当するが、本調査においては備蓄の現状が把握できている市の備蓄量のみを対象として過不足量を算出した。

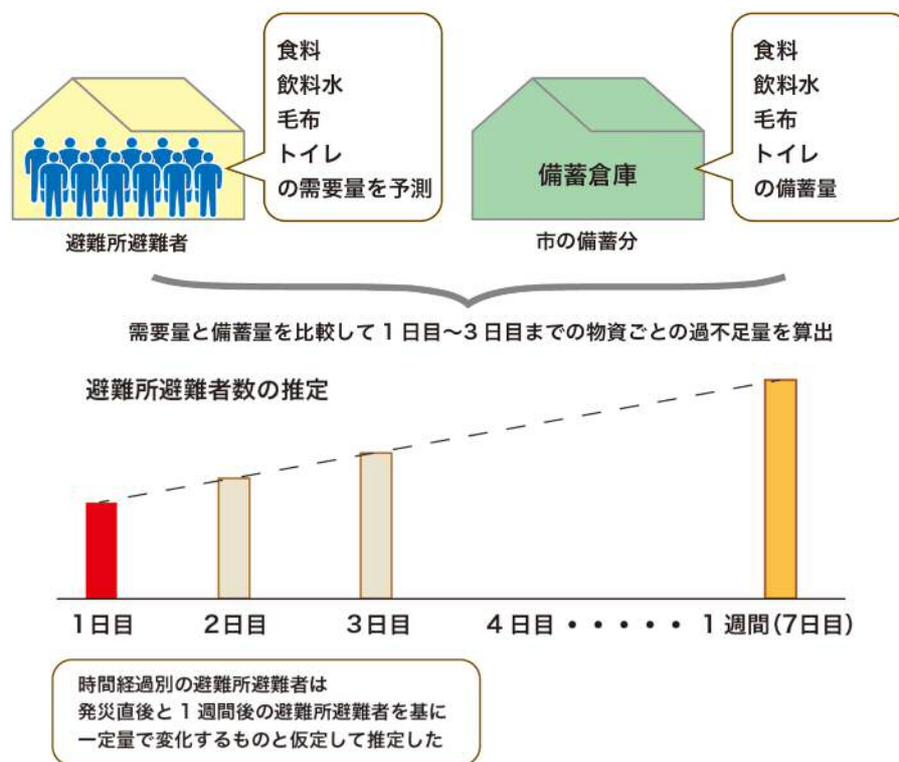


図 1.8.6 物資の過不足量の想定概要

(1) 食料

食料の備蓄は乾パン、即席めん、米、主食缶詰を対象とし、過不足量を次式により算出した。

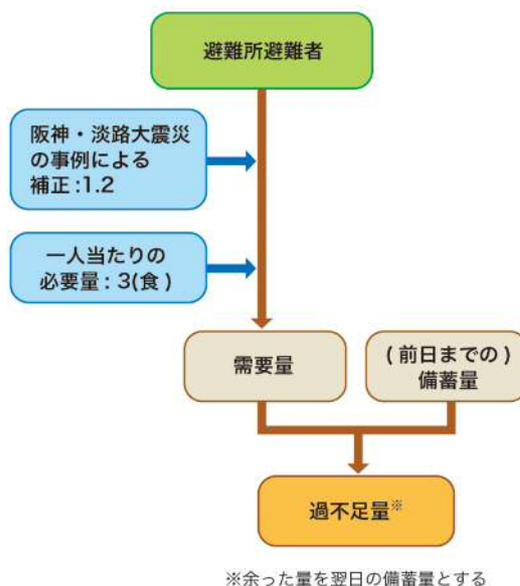


図 1.8.7 食料の過不足量の想定フロー

$$\text{過不足量 (食)} = \text{(前日までの) 備蓄量}^{\ast 1} \text{ (食)} - \text{需要量 (食)}$$

$$\text{需要量 (食)} = 1.2^{\ast 2} \times \text{(避難所避難者 (人))} \times 3 \text{ (1人1日当たりの必要量)}$$

※1 備蓄量は市の備蓄量のみとし、県の備蓄量、家庭内備蓄量は考慮しない。

※2 阪神・淡路大震災の事例に基づき、避難所避難者の1.2倍を対象とする。

(2) 飲料水

飲料水の過不足量は次式により算出した。

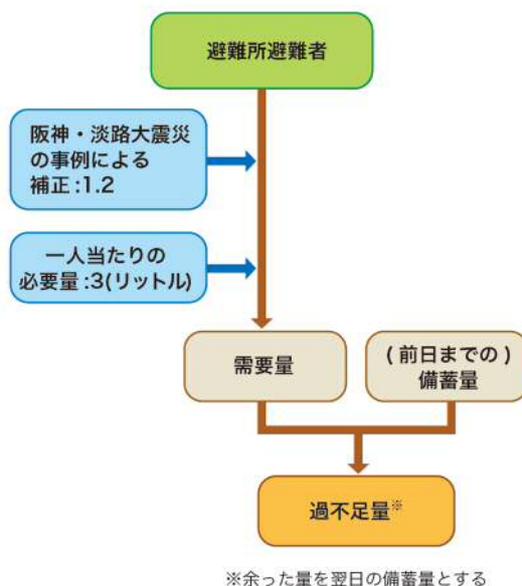


図 1.8.8 飲料水の過不足量の想定フロー

過不足量 (リットル) = (前日までの) 備蓄量^{※1} (リットル) - 需要量 (リットル)

需要量 (リットル) = 1.2^{※2} × 避難所避難者 (人) × 3 (1人1日当たりの必要量)

※1 備蓄量は市の備蓄量のみとし、県の備蓄量、家庭内備蓄量は考慮しない。

※2 阪神・淡路大震災の事例に基づき、避難所避難者の1.2倍を対象とする。

(3) 毛布

毛布の過不足量は次式により算出した。

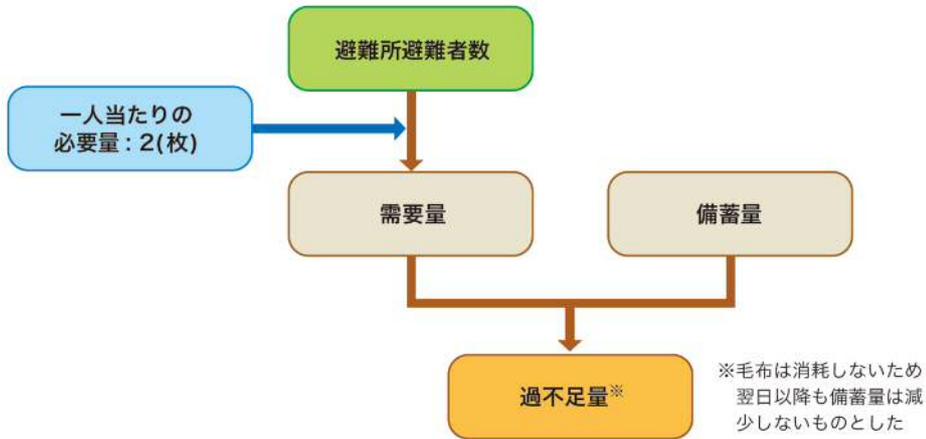


図 1.8.9 毛布の過不足量の想定フロー

$$\text{過不足量 (枚)} = \text{備蓄量}^{\ast 1} \text{ (枚)} - \text{需要量 (枚)}$$

$$\text{需要量 (枚)} = \text{避難所避難者 (人)} \times 2 \text{ (1人当たりの必要量)}^{\ast 2}$$

※1 備蓄量は市の備蓄量のみとし、県の備蓄量、家庭内備蓄量は考慮しない。

※2 毛布は消耗しないものとする。

(4) トイレ

トイレの過不足量は次式により算出した。

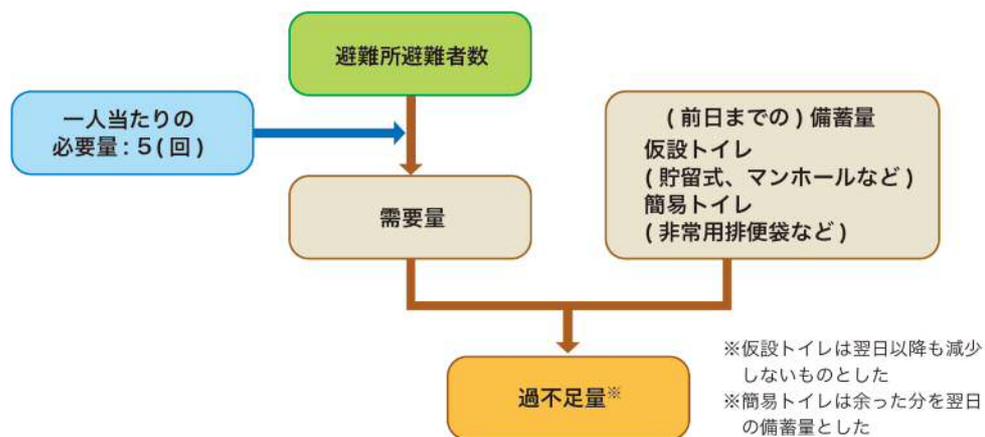


図 1.8.10 トイレの過不足量の想定フロー

$$\text{過不足量 (回)} = (\text{前日までの) 備蓄量}^{\ast 1 \ast 2 \ast 3} \text{ (回)} - \text{需要量 (回)}$$

$$\text{需要量 (回)} = \text{避難所避難者 (人)} \times 5 \text{ (1人1日当たりの必要量)}$$

※1 備蓄量は市の備蓄量のみとし、県の備蓄量、家庭内備蓄量は考慮しない。

※2 貯留式トイレ、マンホールトイレの供給力は、1基当たり288回/日(24時間利用可とし、1回当たりの使用時間を5分に設定)とする。

※3 非常用排便袋の供給力は1袋/回とする。

第9節 災害廃棄物

災害廃棄物は、千葉県（平成 28 年）と同様に、環境省の災害廃棄物処理指針（平成 26 年）におけるがれき発生量の推定式及び内閣府（平成 25 年）の手法を用いて、災害廃棄物発生量として算出した。

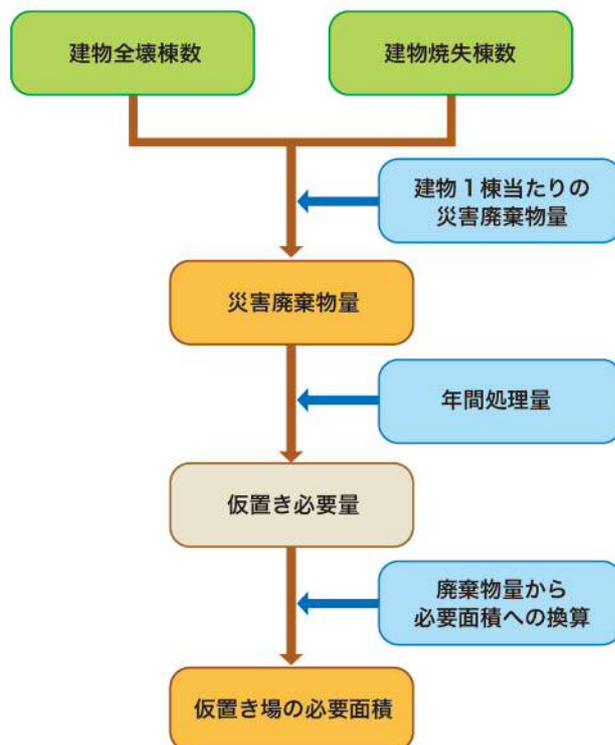


図 1.9.1 災害廃棄物の想定フロー

単位延べ床面積当たりのがれき発生量は、阪神・淡路大震災における木造建物、非木造建物別の単位床面積当たりの可燃・不燃廃棄物量を用い、1棟当たりの平均延べ床面積は、本市の1住宅当たりの平均延床面積（125.763m²）を用いた。

可燃廃棄物発生量 (t)

$$\begin{aligned} &= \text{木造建物全壊及び焼失棟数} \times \text{木造建物1棟当たり可燃災害廃棄物量 (t)} \\ &+ \text{非木造建物全壊及び焼失棟数} \times \text{非木造建物1棟当たり可燃災害廃棄物量 (t)} \end{aligned}$$

不燃廃棄物発生量 (t)

$$\begin{aligned} &= \text{木造建物全壊及び焼失棟数} \times \text{木造建物1棟当たり不燃災害廃棄物量 (t)} \\ &+ \text{非木造建物全壊及び焼失棟数} \times \text{非木造建物1棟当たり不燃災害廃棄物量 (t)} \end{aligned}$$

木造建物 1 棟当たり可燃災害廃棄物量

$$=0.194(\text{t}/\text{m}^2) \times 125.763\text{m}^2 = 24.4\text{t}$$

非木造建物 1 棟当たり可燃災害廃棄物量

$$=0.100(\text{t}/\text{m}^2) \times 125.763\text{m}^2 = 12.6\text{t}$$

木造建物 1 棟当たり不燃災害廃棄物量

$$=0.502(\text{t}/\text{m}^2) \times 125.763\text{m}^2 = 63.1\text{t}$$

非木造建物 1 棟当たり不燃災害廃棄物量

$$=0.810(\text{t}/\text{m}^2) \times 125.763\text{m}^2 = 101.9\text{t}$$

仮置き場の必要面積は、中央防災会議（平成 22 年）で示されている次の式を用いて算出した。

$$\begin{aligned} \text{仮置き場の必要面積}(\text{m}^2) &= \text{仮置き量} / \text{見かけ比重} / \text{積み上げ高さ} \\ &\times 200\% \quad (\text{仮置きスペースと同程度の作業スペース割合を考慮}) \end{aligned}$$

$$\text{仮置き量}(\text{m}^3) = \text{災害廃棄物発生量} - \text{年間処理量}$$

$$\text{年間処理量} = \text{災害廃棄物発生量} / \text{処理期間}(3 \text{年} : \text{神戸市の実績})$$

見かけ比重：可燃物 $0.4(\text{t}/\text{m}^3)$ 、不燃物 $1.1(\text{t}/\text{m}^3)$

積み上げ高さ：5m

第2章 土砂災害・浸水被害想定

本調査で対象とする災害は、本市で発生するおそれのある土砂災害、浸水被害とした。

第1節 土砂災害

土砂災害は、県の公表する土砂災害に関する危険箇所を用いて、危険箇所内に位置する建物分布から影響人口として算出した。

対象とした土砂災害は以下のとおり。

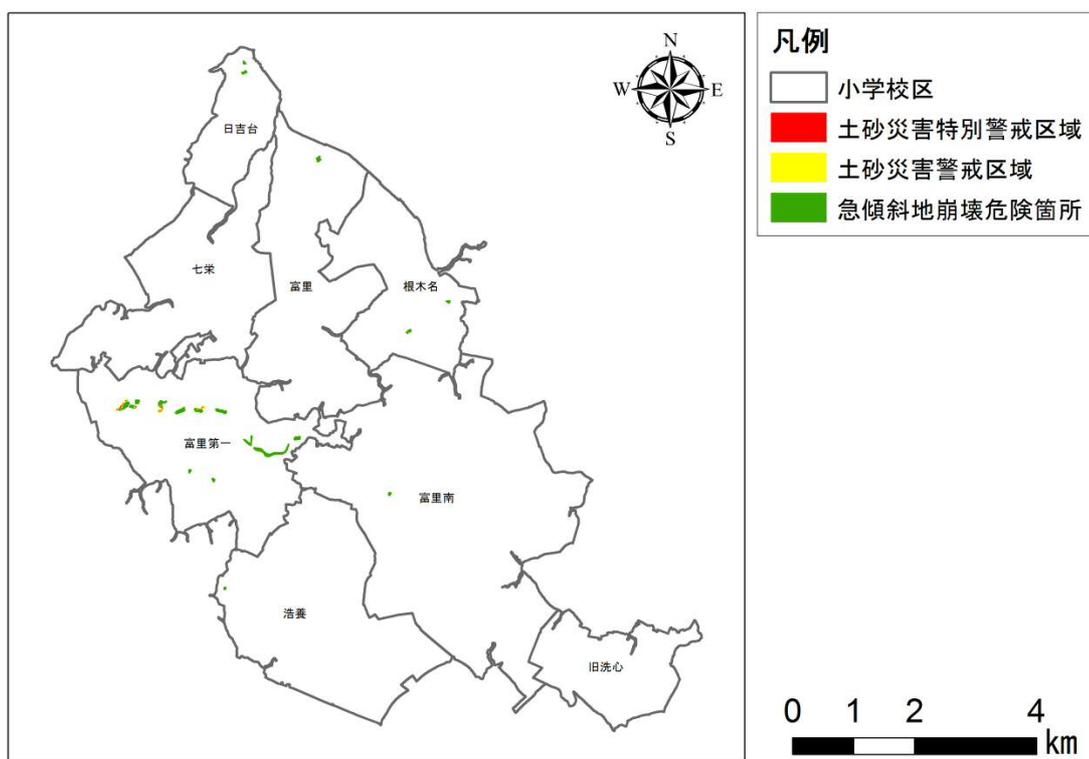


図 2.1.1 土砂災害警戒区域等の分布図

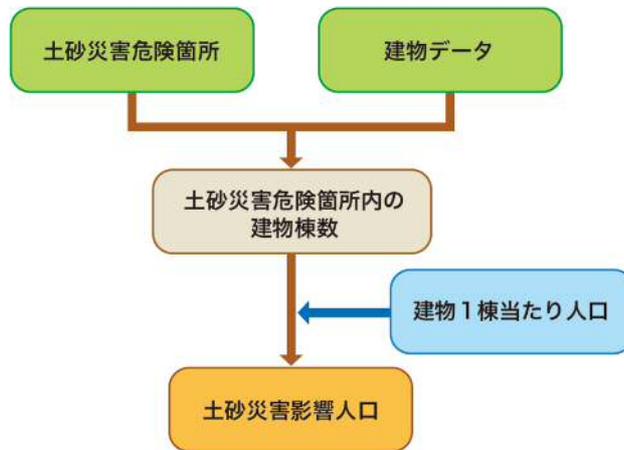


図 2.1.2 土砂災害の想定フロー

土砂災害影響人口 = 土砂災害危険箇所内の建物棟数 × 建物 1 棟当たり人口

第2節 浸水被害

浸水被害は、県の公表する根木名川が氾濫した場合の浸水想定区域を用いて、想定区域内に位置する建物分布から影響人口として算出した。

影響人口は、浸水深の深さに基づき、床上浸水、床下浸水による影響人口として算出した。

対象とした浸水区域は下図のとおり。

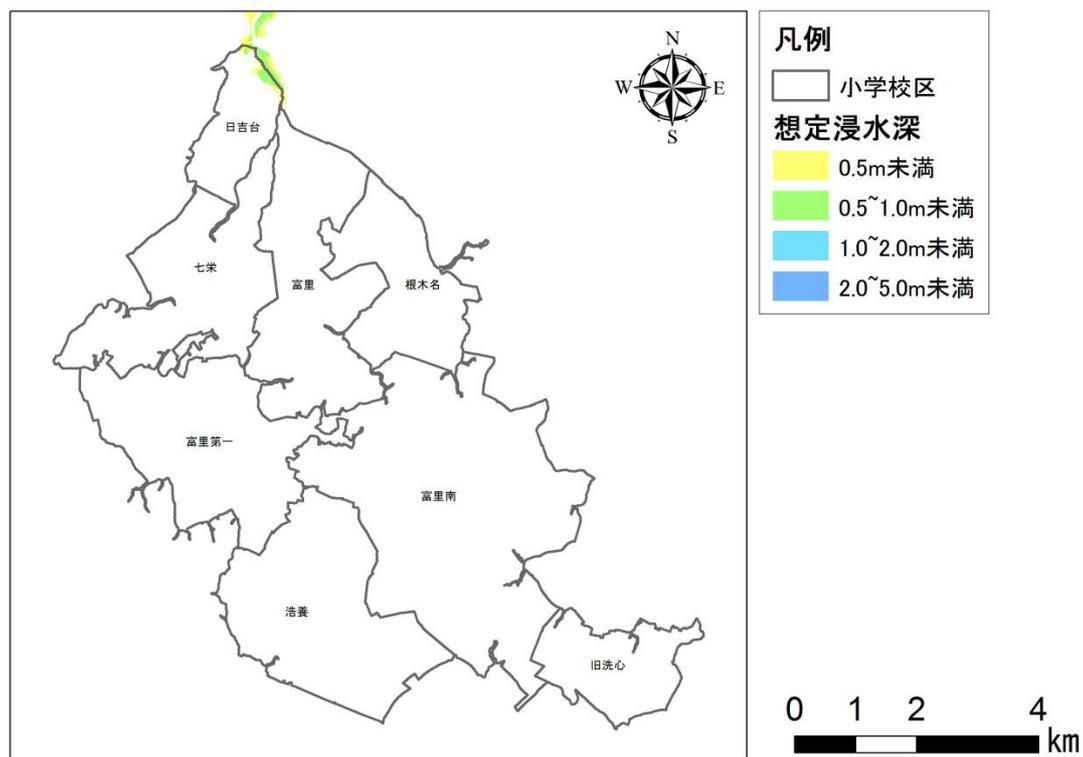


図 2.2.1 根木名川の浸水想定区域の分布図

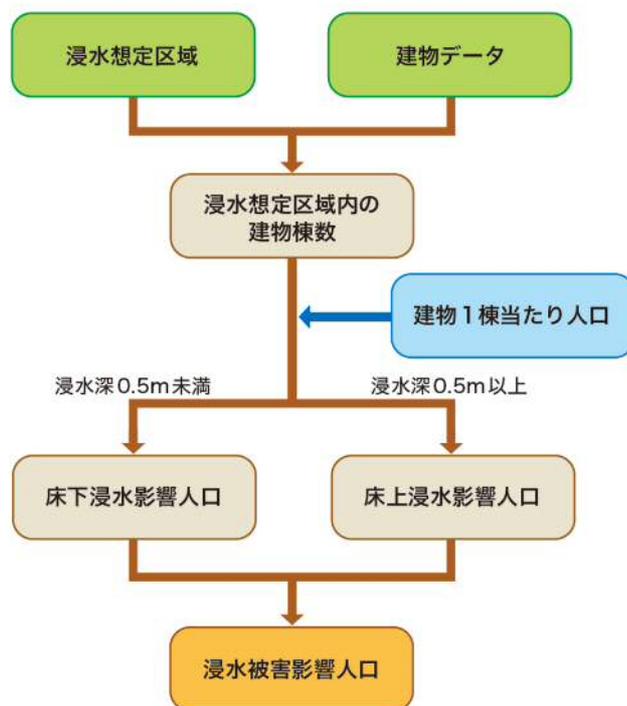


図 2.2.2 浸水被害の想定フロー

浸水被害影響人口 = 床下浸水影響人口 + 床上浸水影響人口

床下浸水影響人口

= 浸水想定区域内（浸水深 0.5m 未満）の建物棟数[※] × 建物当たり人口

床上浸水影響人口

= 浸水想定区域内（浸水深 0.5m 以上）の建物棟数[※] × 建物当たり人口

※マンション等の共同住宅については建物階層を考慮し、2階以上の居住者は床上浸水しないものとした。