

徳島県中央構造線・活断層地震 被害想定

—手法—

平成29年7月25日

目 次

1. 建物被害想定 の推計手法	1
2. 人的被害想定 の推計手法	26
3. ライフライン被害想定 の推計手法	45
(1) 上水道	46
(2) 下水道	52
(3) 電力	56
(4) 通信	59
(5) ガス	62
4. 交通施設被害想定 の推計手法	63
(1) 道路施設	64
(2) 鉄道施設	67
(3) 港湾施設	69
5. 生活支障等 の想定 の推計手法	71
(1) 避難者	72
(2) 帰宅困難者	74
(3) 入院需要	77
(4) 災害廃棄物等	78
(5) 住機能支障	80
(6) エレベータ閉じ込め	82
(7) 災害時要援護者	84
(8) 文化財	85
(9) 孤立集落	85
6. 経済被害想定 の推計手法	87

1. 建物被害想定 の 推計手法

1.1 概要

1.1.1 建物の被害要因

建物被害として、「①揺れによる被害」、「②液状化による被害」、「③急傾斜地崩壊による被害」、「④地震火災による被害」を想定する。

建物被害は、複数の要因で重複して被害を受ける可能性がある。例えば、揺れによって全壊した後、火災により焼失する等が考えられる。本想定では、被害要因の重複を避けるため、「揺れ → 液状化 → 急傾斜地崩壊 → 地震火災」の順番で、被害の要因を割り当てるものとする。これにより、被害棟数の重複を除去する。

建物被害は、罹災証明に基づいた自治体判定基準である全壊棟数、半壊棟数を定量的に想定する。**表 1.1.1** に、内閣府(2009)による罹災証明における住家の被害程度と被害認定基準を示す^[1]。

「①揺れによる被害」、「③急傾斜地崩壊による被害」は、全壊棟数と半壊棟数を想定する。「②液状化による被害」は、全壊、大規模半壊、半壊棟数を想定する。また、「④地震火災による被害」は、焼失（全壊）棟数を想定する。

表1.1.1 住家の被害程度と被害認定基準

被害の程度	認定基準
全壊	住家はその居住のための基本的機能を喪失したもの、すなわち、住家全部が倒壊、流失、埋没、焼失したもの、または住家の損壊が甚だしく、補修により元通りに再使用することが困難なもので、具体的には、住家の損壊、消失若しくは流失した部分の床面積がその住家の延床面積の70%以上に達した程度のも、または住家の主要な構成要素の経済的被害を住家全体に占める損害割合で表し、その住家の損害割合が50%以上に達した程度のもとする。
大規模半壊	居住する住宅が半壊し、構造耐力上主要な部分の補修を含む大規模な補修を行わなければ当該住宅に居住することが困難なもの。具体的には、損壊部分はその住家の延床面積の50%以上70%未満のもの、または住家の主要な構成要素の経済的被害を住家全体に占める損害割合で表し、その住家の損害割合が40%以上50%未満のものとする。
半壊	住家はその居住のための基本的機能の一部を喪失したもの、すなわち、住家の損壊が甚だしいが、補修すれば元通りに再使用できる程度のも、具体的には、損壊部分はその住家の延床面積の20%以上70%未満のもの、または住家の主要な構成要素の経済的被害を住家全体に占める損害割合で表し、その住家の損害割合が20%以上50%未満のものとする。

※全壊、半壊：「災害の被害認定基準について（平成13年6月28日付府政防第518号内閣府政策統括官（防災担当）通知）」による。

※大規模半壊：「被災者生活再建支援法の一部を改正する法律の施行について（平成19年12月14日付府政防第880号内閣府政策統括官（防災担当）通知）」による。

1.1.2 建物の現況

図1.1.1に、250mメッシュ単位の建物データについて、データ作成のフローを示す。

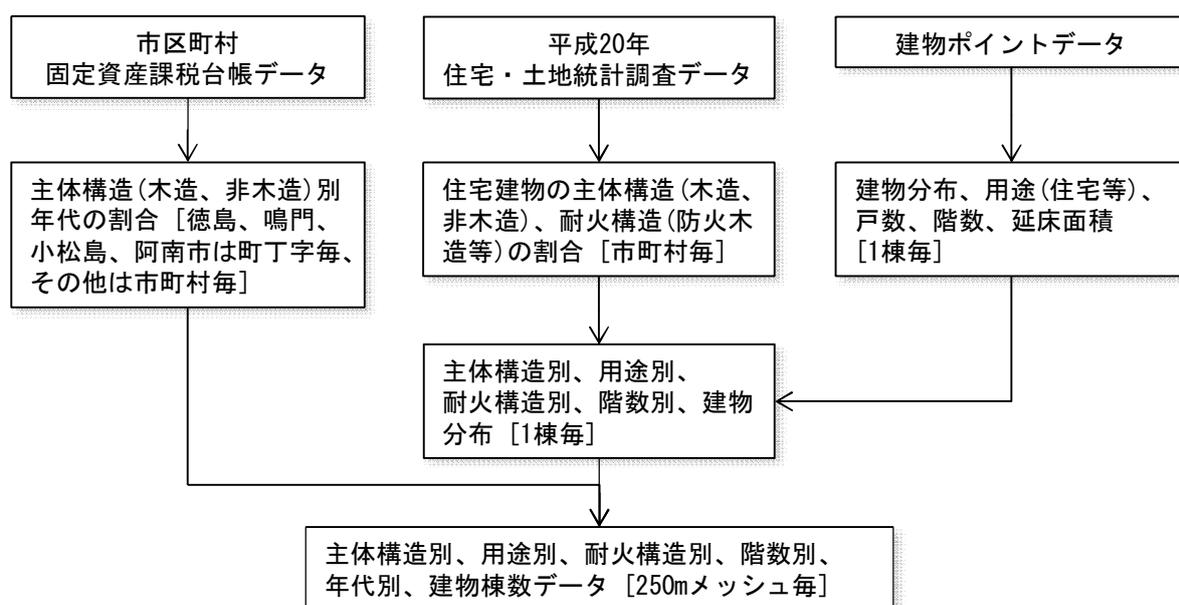


図1.1.1 建物データの作成フロー

データ作成にあたっては、以下の方針に基づき処理を行った。

- ① 建物ポイントデータ（ゼンリン社製）は、1棟毎に緯度経度が付与された建物データとなっており、その緯度経度から250mメッシュ毎に振り分けを行った^[2]。
- ② 階数は、建物ポイントデータの情報を用い、不明なものについては2階扱いとした。
- ③ 主体構造（木造、非木造）、耐火構造（耐火造、準耐火造、防火木造、裸木造）、用途（飲食店、物販店、病院、診療所、事務所等その他事務所、住宅・共同住宅）については、建物ポイントデータの用途区分と階数、延床面積、建物名称より分類した。
- ④ ③において分類するにあたり、「平成20年住宅・土地統計調査データ」（総務省統計局）の市町村毎の住宅建物の主体構造（木造、非木造）、耐火構造（防火木造、裸木造）の割合を用いて補正した。
- ⑤ 市町村の固定資産課税台帳データを集計し、市町村毎の主体構造（木造、非木造）別の年代の割合を算出し、250mメッシュ建物棟数データを作成する際に、その割合を反映した。なお、県全体の建物棟数の約52%を占める徳島市、鳴門市、小松島市と阿南市については、町丁字毎に主体構造（木造、非木造）別の年代の割合を算出して、その割合を反映した。

表 1.1.2 に、市町村毎の主体構造（木造、非木造）・年代別の建物棟数を示す。また、**図 1.1.2** に、市町村毎の主体構造（木造、非木造）別の年代割合を示す。**図 1.1.3** に、主体構造（木造、非木造）別の建物棟数分布を示す。

県全体で、建物棟数は約 29 万棟で、木造が約 23 万棟、非木造が約 6 万棟となっている。木造建物は、新耐震基準の昭和 56 年（1981 年）以降の建物が約 9 万棟で、比率で見ると約 40%となっている。一方、非木造建物は、新耐震基準の昭和 56 年以降の建物が約 3 万棟で、比率で見ると 55%となっている。

市町村別には、東側に位置する徳島市、鳴門市、小松島市、阿南市において、木造の新耐震基準の昭和 56 年以降の建物比率が約 40%前後となっている。また、ベッドタウンとして宅地開発が進んだ、松茂町、北島町、藍住町等は、約 60%前後となっている。一方、それ以外の市町村で、山間部の市町や南に位置する漁村として栄えた町は、20～30%台となるところが多い。このことから、県内では県東に位置する市町村においては比較的新しい建築年の建物が多いが、それ以外については旧建築年の建物が多い傾向となっている。

表1.1.2 主体構造別年代別の建物棟数

市町村名	計	木造							非木造			
		計	1962年 以前	1963 ～71年	1972 ～80年	1981 ～89年	1990 ～2001年	2002年 以降	計	1971年 以前	1972 ～1980年	1981年 以降
徳島市	84,397	61,344	11,717	8,577	12,683	9,298	12,655	6,414	23,053	4,155	5,550	13,348
鳴門市	23,515	19,202	5,474	2,449	3,679	2,746	3,036	1,816	4,313	725	1,089	2,499
小松島市	15,511	12,051	3,996	1,442	2,044	1,433	2,009	1,127	3,460	869	942	1,649
阿南市	28,208	22,519	7,735	2,523	4,098	2,336	3,504	2,323	5,689	1,231	1,827	2,631
吉野川市	17,500	14,490	4,851	1,626	2,675	1,958	2,285	1,095	3,010	448	868	1,695
阿波市	15,353	13,412	3,863	1,550	2,406	1,754	2,699	1,140	1,941	324	570	1,047
美馬市	13,952	11,503	5,442	952	1,533	1,224	1,674	678	2,449	339	659	1,451
三好市	15,155	13,043	6,729	650	1,376	1,248	2,215	824	2,112	497	709	906
勝浦町	2,365	1,929	1,192	137	218	120	173	89	436	128	128	180
上勝町	1,068	883	685	20	59	38	57	23	185	54	51	81
佐那河内村	1,034	882	147	71	101	81	459	23	152	12	31	109
石井町	9,038	6,667	2,235	773	1,127	780	1,151	602	2,371	374	685	1,312
神山町	3,355	2,788	1,868	187	267	195	196	74	567	120	153	294
那賀町	5,078	4,156	2,178	501	434	379	492	172	922	163	329	430
牟岐町	2,758	2,319	974	366	433	177	269	100	439	71	147	221
美波町	4,087	3,440	318	1,726	521	338	356	181	647	123	231	293
海陽町	5,792	4,826	2,209	566	606	460	673	313	966	207	267	492
松茂町	4,556	3,607	567	242	713	683	840	562	949	106	248	595
北島町	7,160	5,932	581	561	1,282	1,064	1,345	1,098	1,228	176	319	732
藍住町	10,284	9,224	1,203	345	1,951	1,721	2,420	1,585	1,060	97	286	677
板野町	5,143	4,254	1,054	579	680	625	957	359	889	145	235	508
上板町	4,670	3,572	1,057	442	588	458	740	286	1,098	170	299	629
つるぎ町	5,677	5,168	2,689	618	521	386	774	180	509	79	161	269
東みよし町	6,334	5,602	2,462	590	652	588	912	397	732	135	223	374
合計	291,990	232,813	71,227	27,498	40,646	30,087	41,894	21,461	59,177	10,750	16,004	32,422

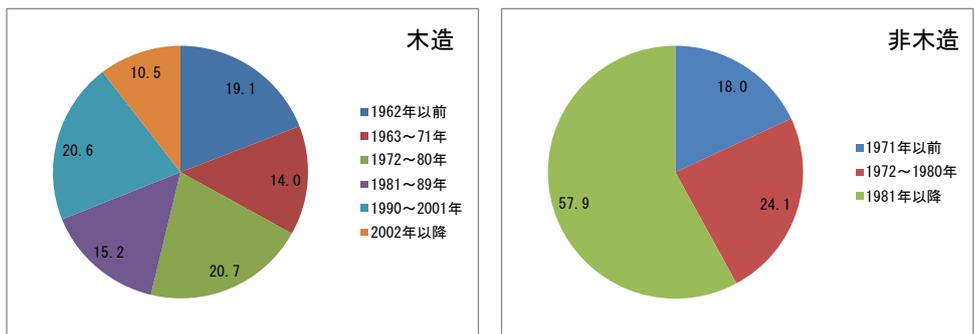


図1.1.2(1) 主体構造別の年代割合 徳島市

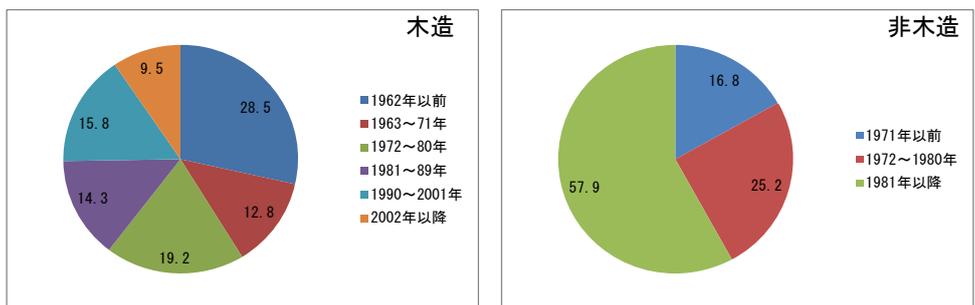


図1.1.2(2) 主体構造別の年代割合 鳴門市

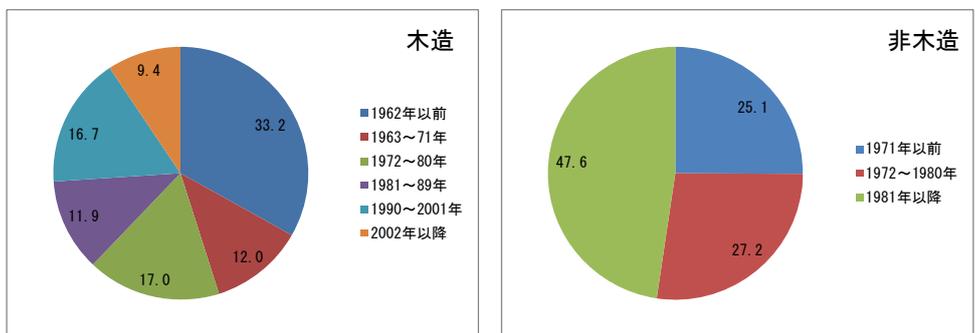


図1.1.2(3) 主体構造別の年代割合 小松島市

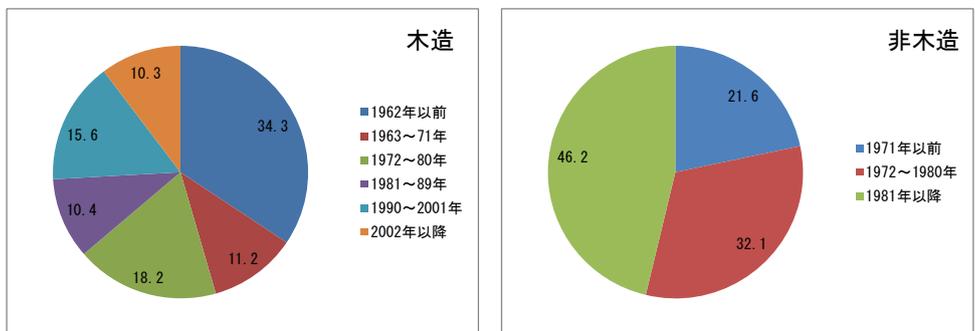


図1.1.2(4) 主体構造別の年代割合 阿南市

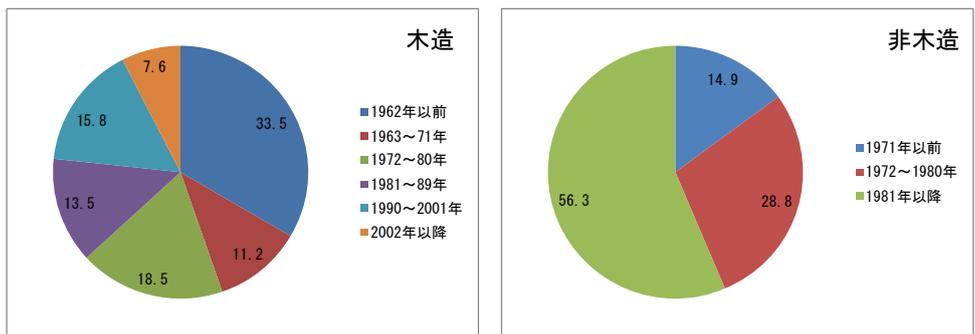


図1.1.2(5) 主体構造別の年代割合 吉野川市

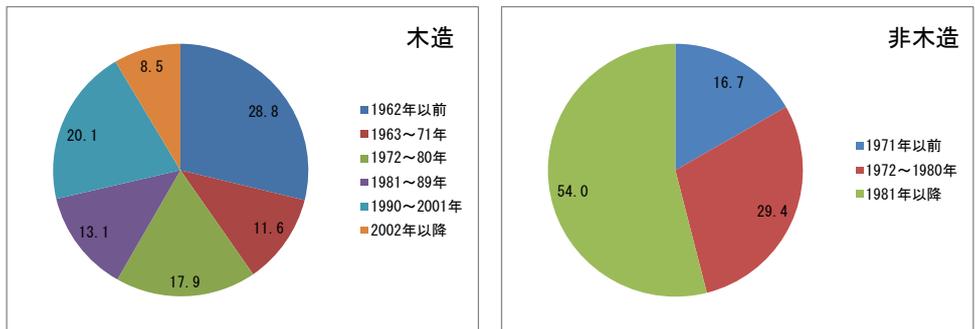


図1.1.2(6) 主体構造別の年代割合 阿波市

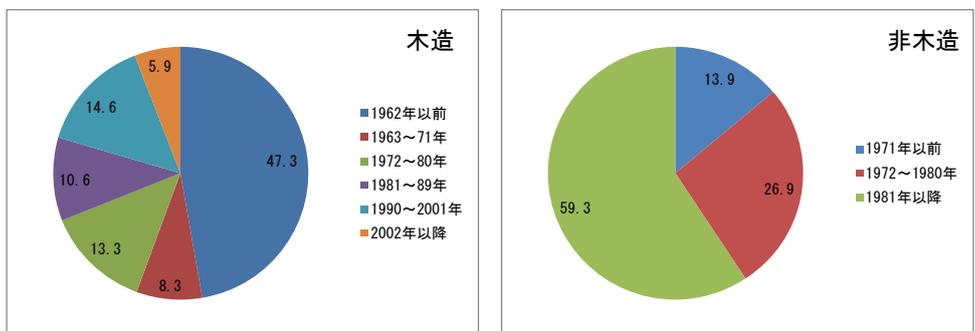


図1.1.2(7) 主体構造別の年代割合 美馬市

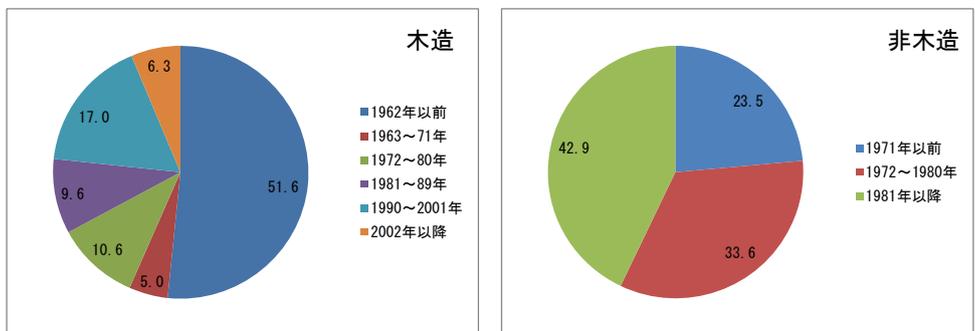


図1.1.2(8) 主体構造別の年代割合 三好市

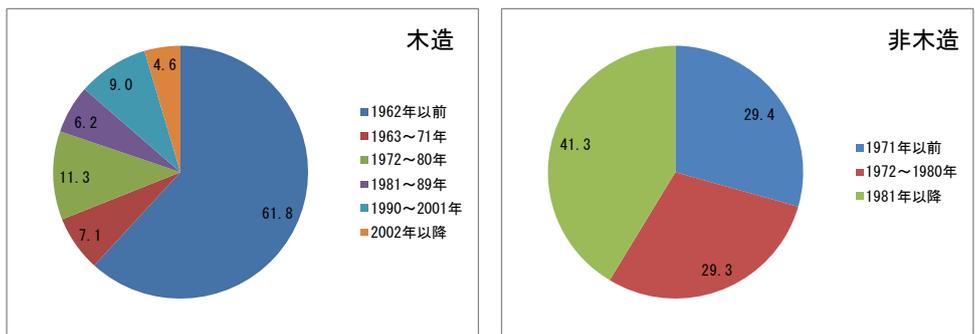


図1.1.2(9) 主体構造別の年代割合 勝浦町

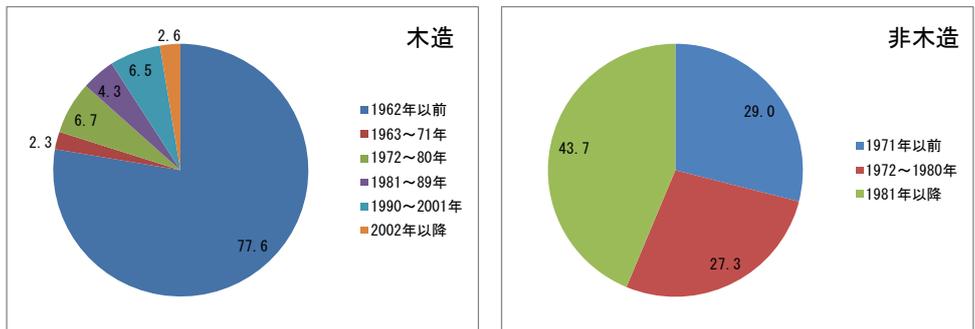


図1.1.2(10) 主体構造別の年代割合 上勝町

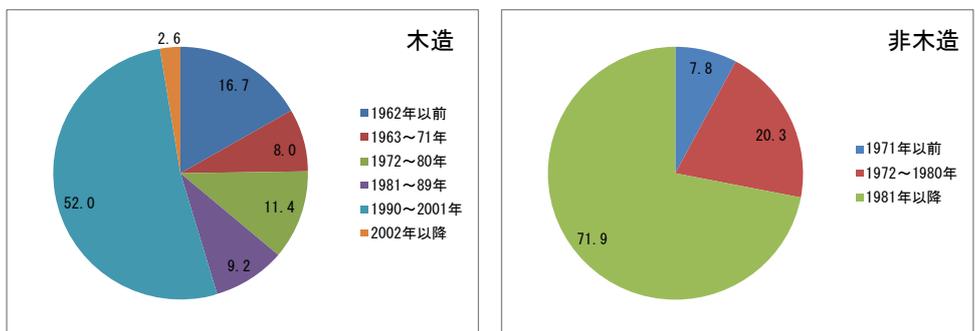


図1.1.2(11) 主体構造別の年代割合 佐那河内村

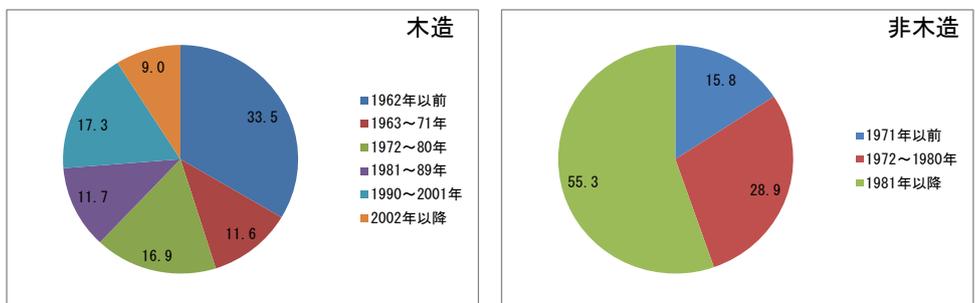


図1.1.2(12) 主体構造別の年代割合 石井町

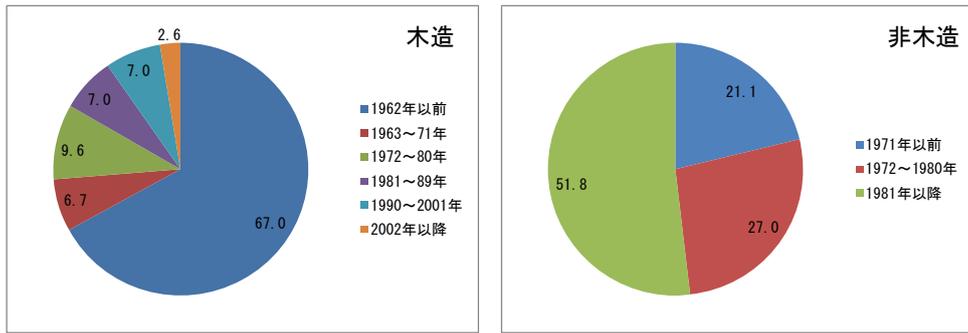


図1.1.2(13) 主体構造別の年代割合 神山町

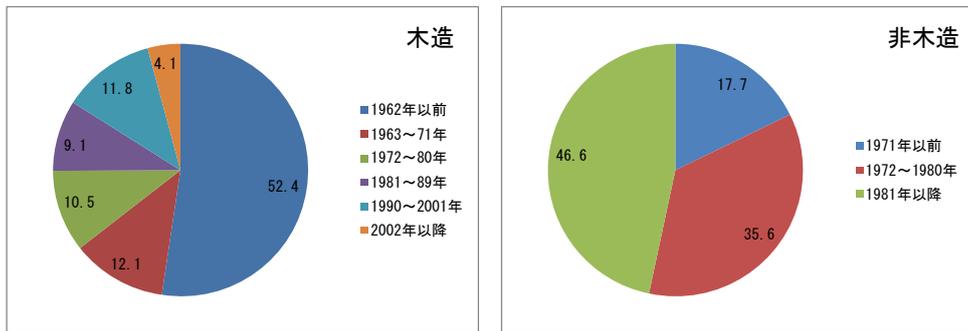


図1.1.2(14) 主体構造別の年代割合 那賀町

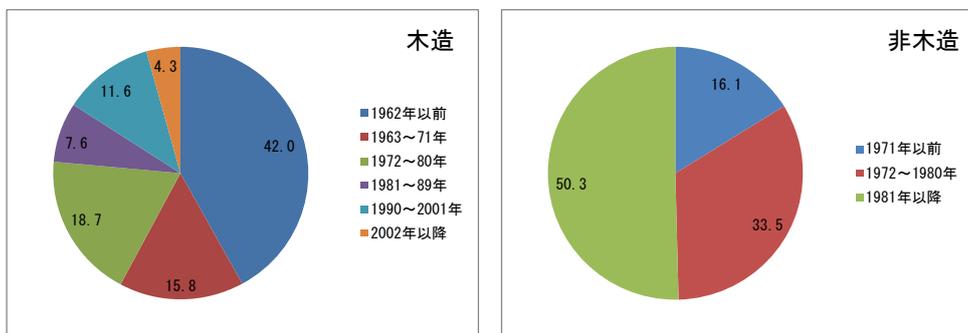


図1.1.2(15) 主体構造別の年代割合 牟岐町

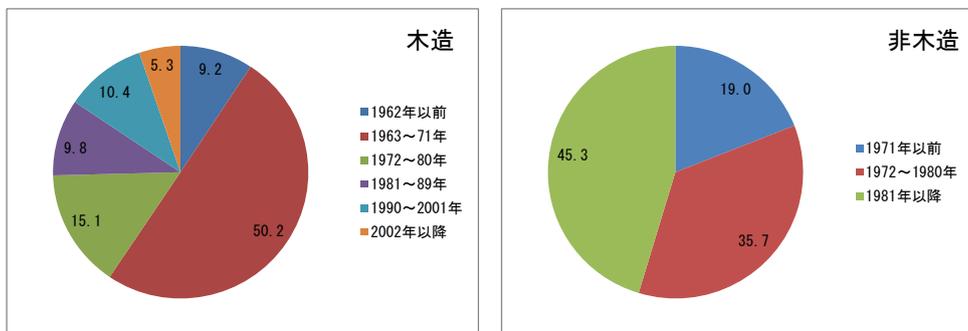


図1.1.2(16) 主体構造別の年代割合 美波町

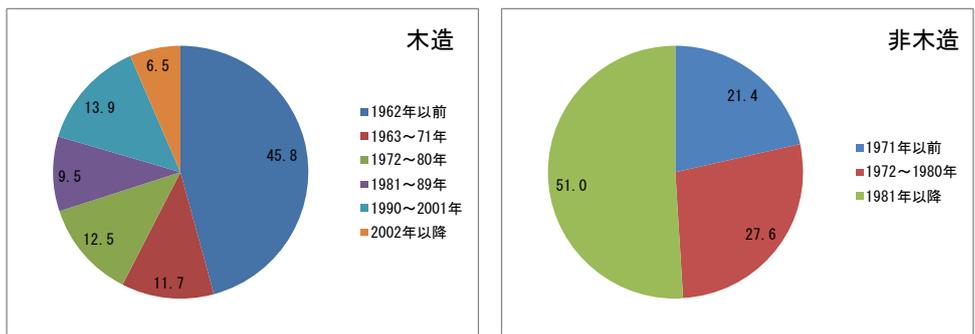


図1.1.2(17) 主体構造別の年代割合 海陽町

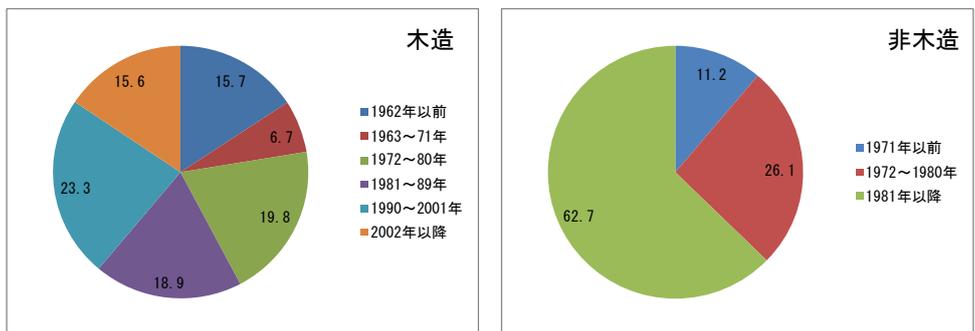


図1.1.2(18) 主体構造別の年代割合 松茂町

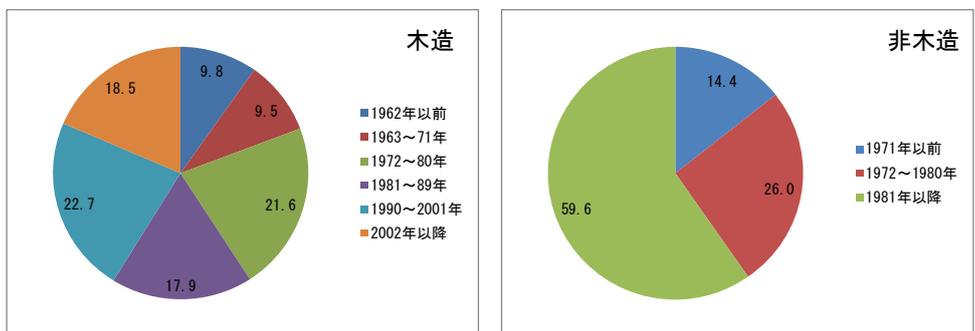


図1.1.2(19) 主体構造別の年代割合 北島町

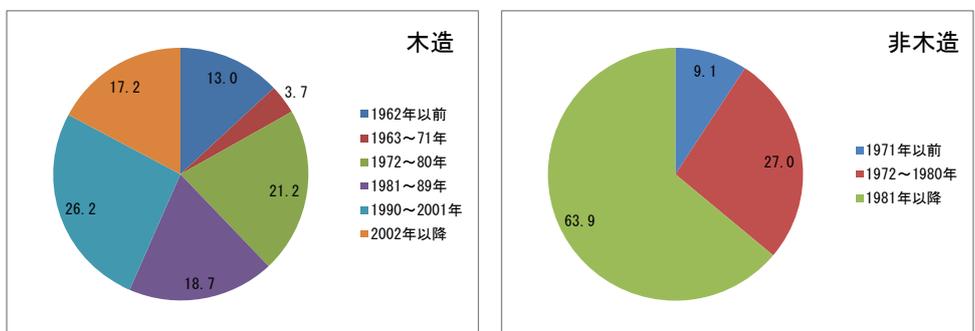


図1.1.2(20) 主体構造別の年代割合 藍住町

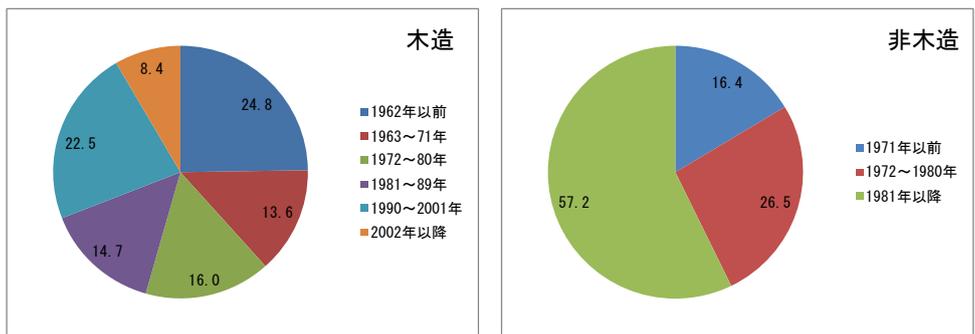


図1.1.2(21) 主体構造別の年代割合 板野町

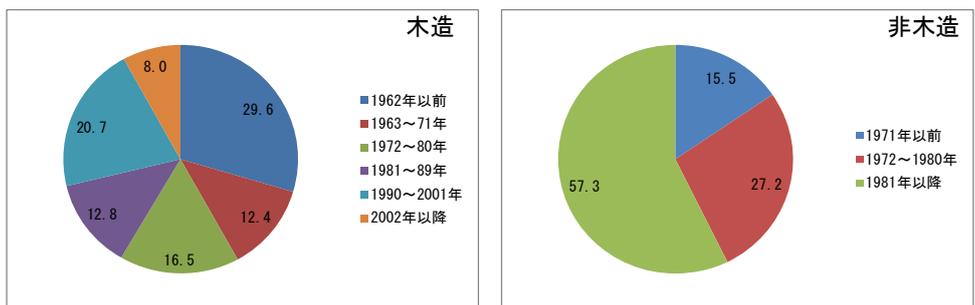


図1.1.2(22) 主体構造別の年代割合 上板町

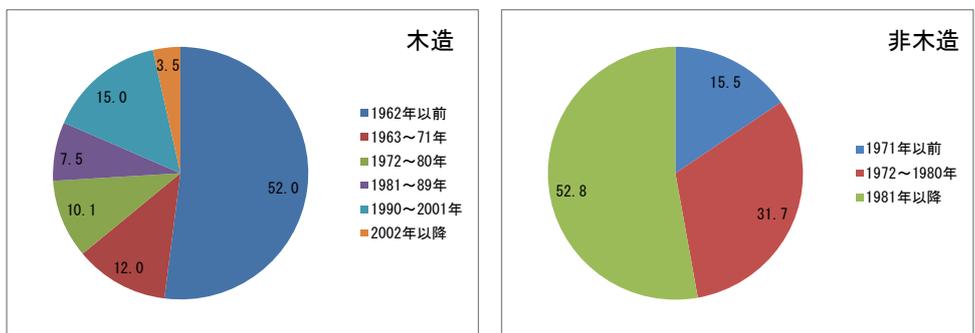


図1.1.2(23) 主体構造別の年代割合 つるぎ町

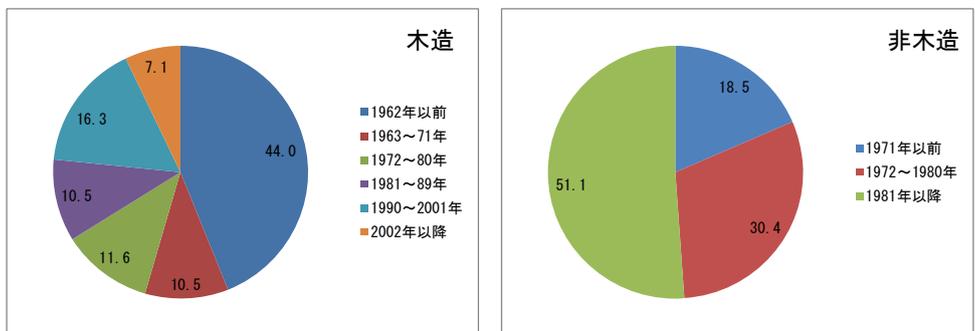


図1.1.2(24) 主体構造別の年代割合 東みよし町

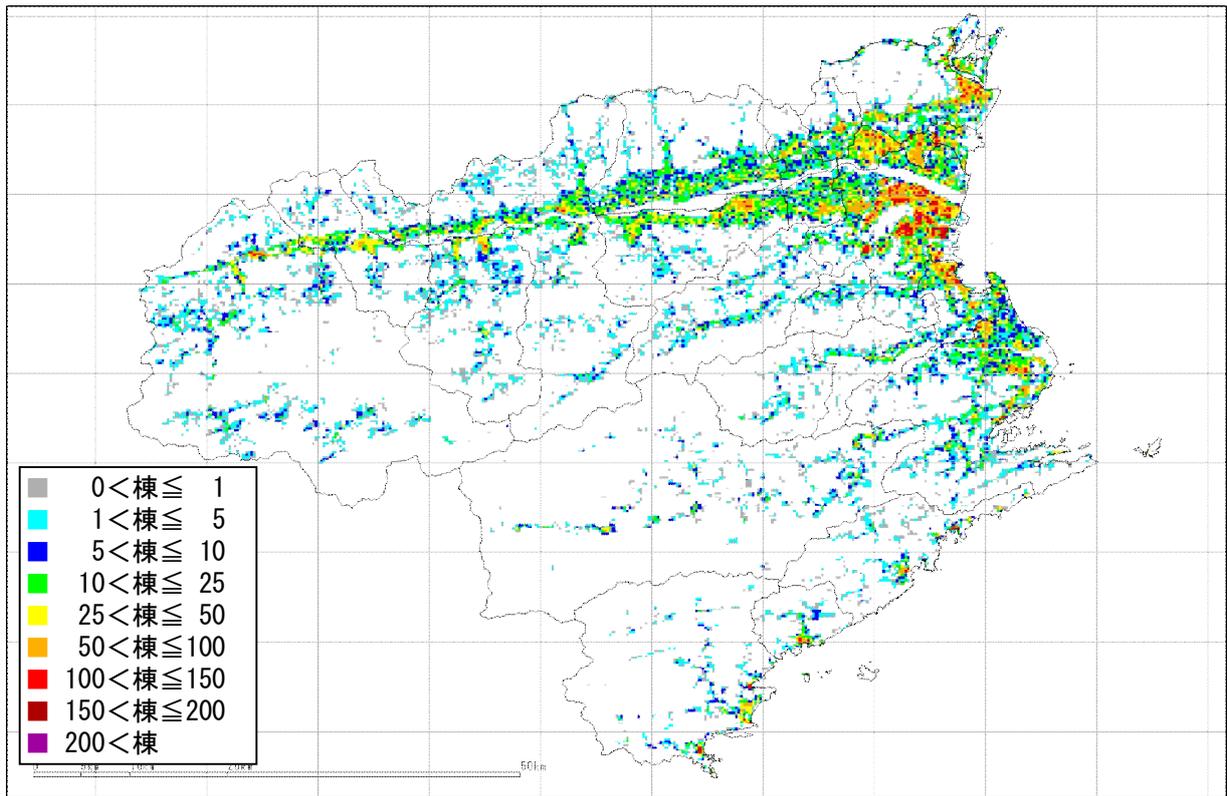


図1.1.3(1) 木造建物の分布

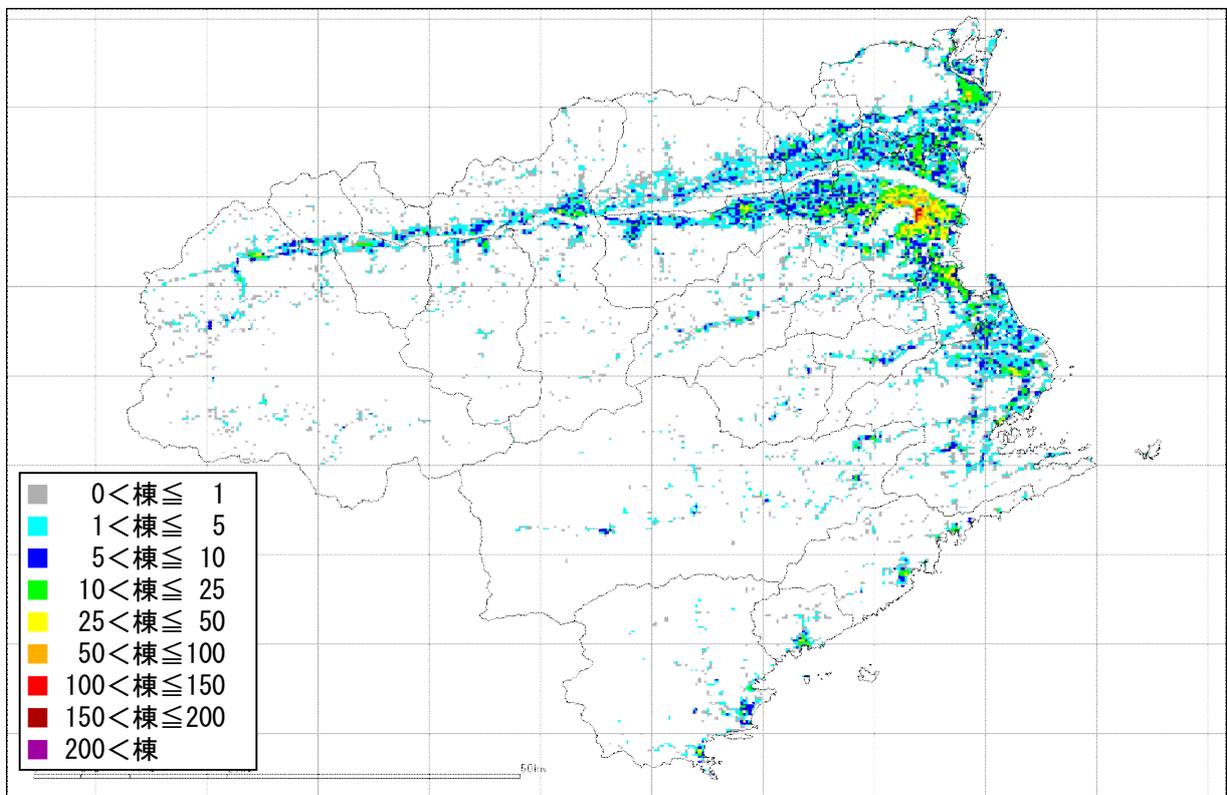


図1.1.3(2) 非木造建物の分布

1.2 揺れによる建物被害

揺れによる建物被害は、地震動（揺れ）の大きさによって被害を受ける建物の被害を想定する。

想定手法は、内閣府(2012)を用いる。

図 1.2.1 に、揺れによる建物被害の想定フローを示す。同図に示すように、地震による揺れの影響を受ける建物棟数に、震度別の建物被害率を掛けることにより推計する。揺れによる震度別・構造別・年代別建物被害率には、全壊率と全半壊率があるため、全半壊棟数から全壊棟数を差し引くことにより半壊棟数を算出する。

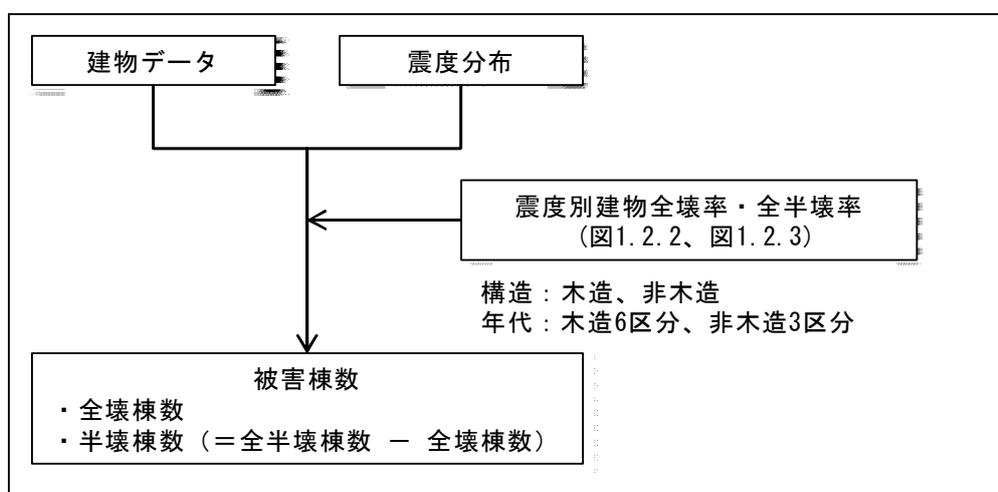


図1.2.1 揺れによる建物被害の想定フロー

図 1.2.2～図 1.2.3 に、震度別・構造別・年代別建物被害率を示す。この被害率は、平成 7 年阪神・淡路大震災、平成 12 年鳥取県西部地震、平成 13 年芸予地震における分析結果をベースに、近年の調査結果である、建物の築年により被害に違いがみられることを踏まえて設定されたものである。

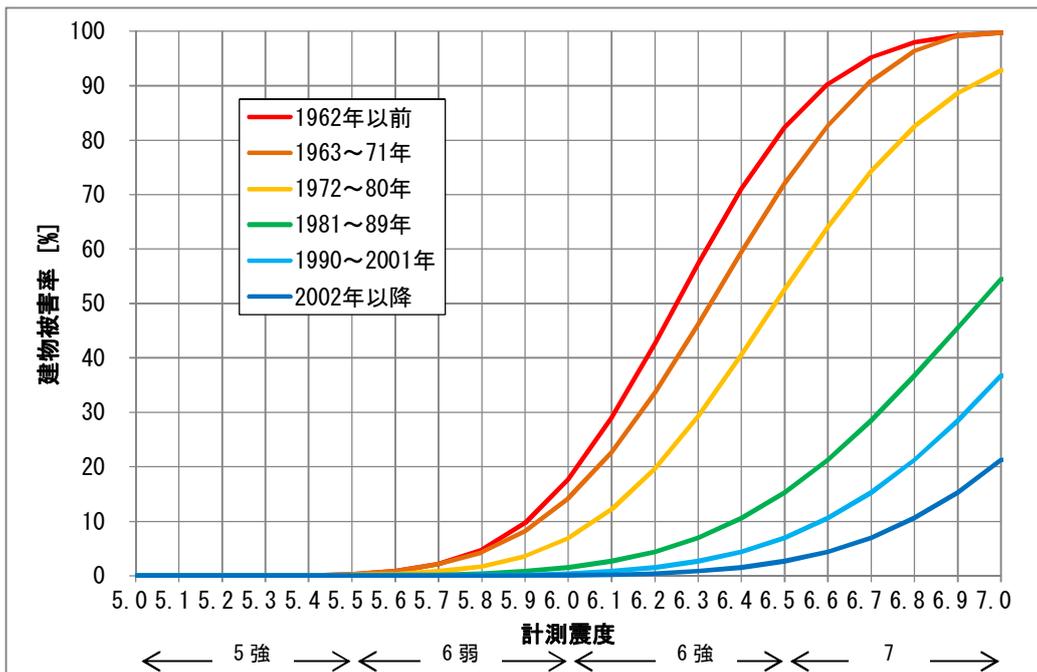


図1.2.2(1) 計測震度毎の建物全壊率（木造）

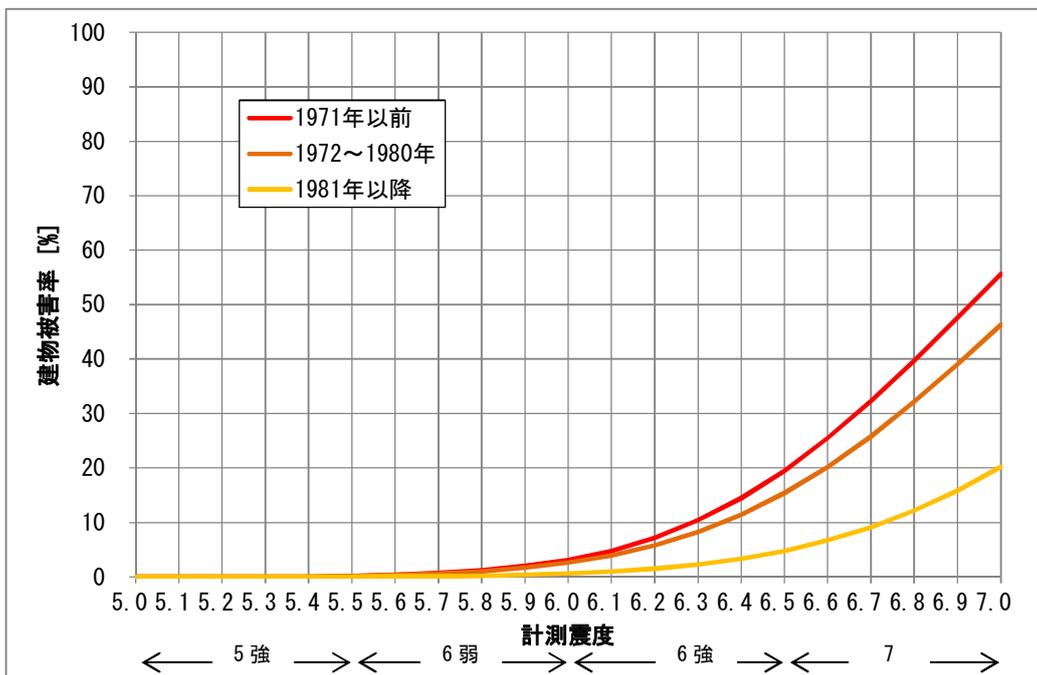


図1.2.2(2) 計測震度毎の建物全壊率（非木造）

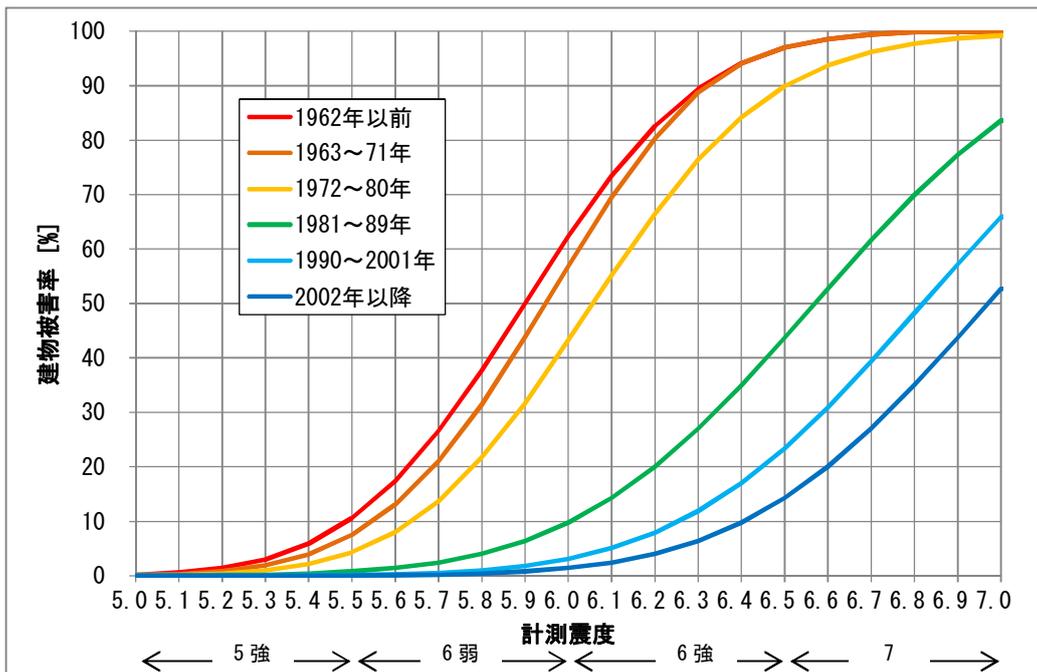


図1.2.3(1) 計測震度毎の建物全半壊率（木造）

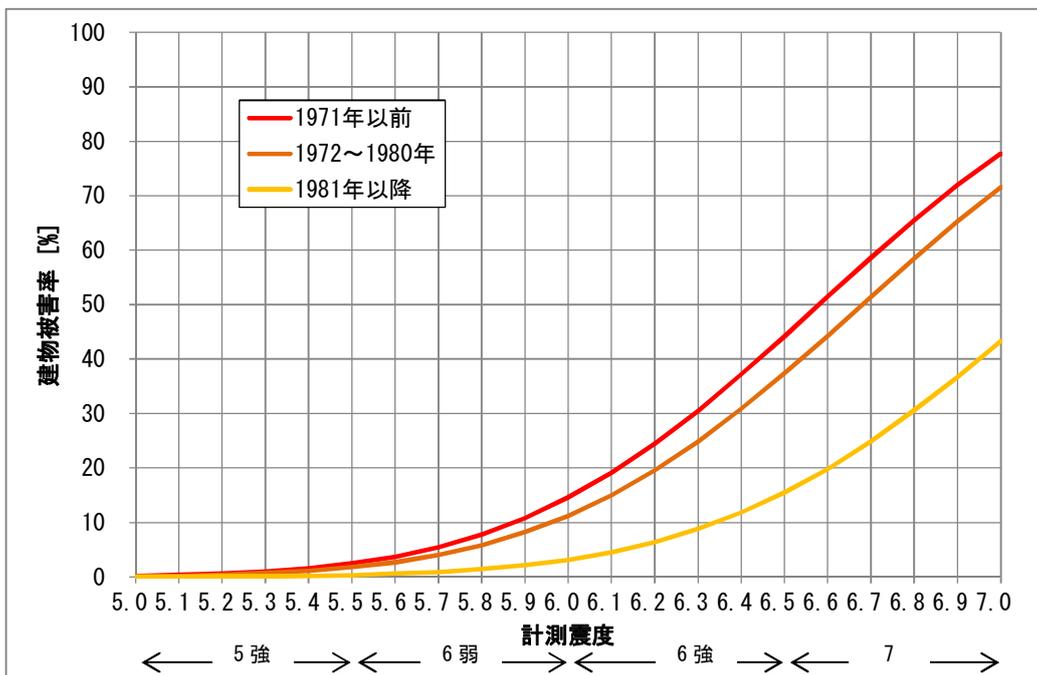


図1.2.3(2) 計測震度毎の建物全半壊率（非木造）

1.3 液状化による建物被害

液状化による建物被害は、液状化によって生じた地盤変状によって被害を受ける建物の被害を想定する。

想定手法は、平成 23 年東日本大震災の状況を反映している横浜市(2012)を用いる。

図 1.3.1 に、液状化による建物被害の想定フローを示す。同図に示すように、液状化の影響を受ける建物棟数に、液状化面積率と液状化による建物被害率を掛けることにより推計する。液状化による建物被害率には、全壊率、大規模半壊率、半壊率があり、それぞれの値を用いて、全壊棟数、大規模半壊棟数、半壊棟数を算出する。

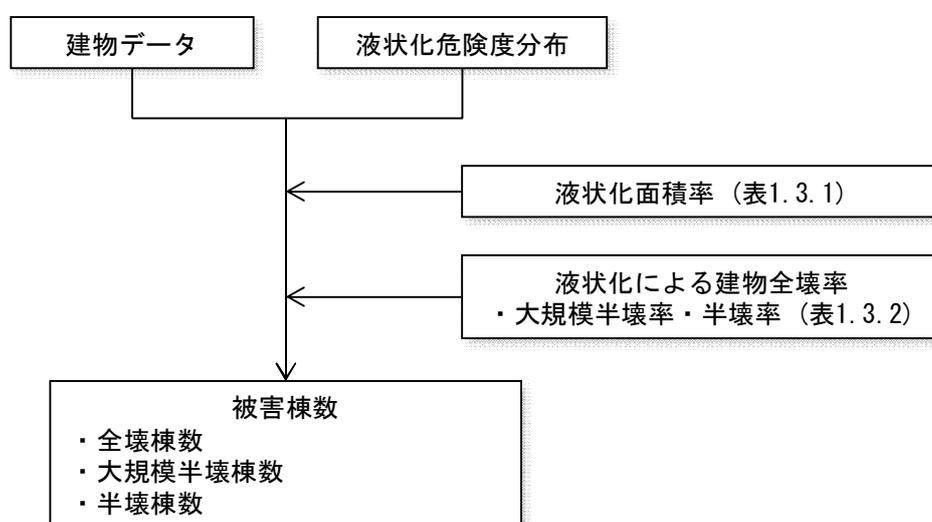


図1.3.1 液状化による建物被害の想定フロー

表 1.3.1 に、液状化面積率を示す。また、表 1.3.2 に、液状化による建物被害率を示す。東京都(2012)の被害想定では、東日本大震災の千葉県浦安市や船橋市での液状化による建物被害の実態から、液状化面積率と建物被害率を設定している。横浜市(2012)では、 P_L 値が 5 を超えている場所については、東日本大震災の実績値である東京都(2012)の液状化面積率の値を採用し、 P_L 値が 5 以下では、既往地震での液状化の発生は稀であることから、面積率は 2%、被害率は 0%と設定している。本想定では、これを採用する。

なお、内閣府(2003)にて想定されているように、杭支持の建物は液状化被害を受けないとし、杭の有無の情報が不明のため、4階建て以上の建物すべてと昭和 55 年以降の 3階建て以下の 20%を「杭あり」と想定した。

表1.3.1 液状化面積率と液状化危険度の関係

液状化危険度 (P_L 値区分)	液状化面積率	備考
$15 < P_L$	65%	東京都(2012)による
$5 < P_L \leq 15$	18%	東京都(2012)による
$0 < P_L \leq 5$	2%	岩崎ら(1980) ^[3] に基づく
$PL=0$	0%	東京都(2012)による

表1.3.2 液状化による建物被害率

全壊率	大規模半壊率	半壊率
0.60%	7.96%	14.38%

(注) 液状化による建物被害 (補足)

この項目については、内閣府の手法を用いていない。その理由は、液状化による被害の特徴を表す上では、表 1.1.1 に示した大規模半壊の被災度を考慮することが重要と考えられるからである。東日本大震災で大規模な液状化被害が生じた浦安市では浦安市液状化対策技術検討調査委員会を立ち上げ、被害の実態から傾斜の修復のための工法検討までを「平成 23 年度 浦安市液状化対策技術検討調査 報告書」に取りまとめている。実際、ジャッキアップ等による建物傾斜の修復工事（大規模半壊に相当）が数多く行われている。行政としてはこれらへの相談など液状化特有の対応が必要となってくるので、浦安市の実態を強く反映した方法を採用した。

1.4 急傾斜地崩壊による建物被害

急傾斜地崩壊による建物被害は、地震の揺れによってがけ崩れ（急傾斜地の崩壊）が発生し、崩壊した土砂によって被害を受ける建物の被害を想定する。

想定手法は、内閣府(2012)を用いる。

図 1.4.1 に、急傾斜地崩壊による建物被害の想定フローを示す。同図に示すように、急傾斜地崩壊により影響を受ける建物棟数に、急傾斜地の崩壊確率と急傾斜地崩壊による建物被害率を掛けることにより推計する。急傾斜地崩壊による建物被害率には、全壊率と半壊率があり、それぞれの値を用いて、全壊棟数と半壊棟数を算出する。

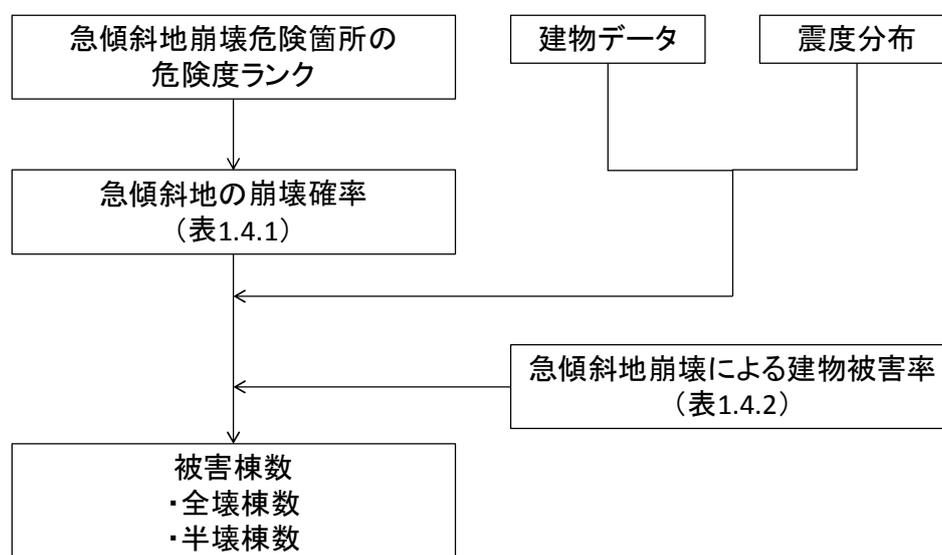


図1.4.1 急傾斜地崩壊による建物被害の想定フロー

急傾斜地崩壊により影響を受ける建物棟数については、「急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律」の考え方にに基づき、「急傾斜地の上端から斜面の高さの範囲」と「急傾斜地の下端から斜面の高さの2倍の長さの範囲（最大50mまで）」を対象とする。

表 1.4.1 に、急傾斜地の崩壊確率を示す。この崩壊確率は、近年発生した直下地震の事例（平成16年新潟県中越地震、平成19年新潟県中越沖地震、平成20年岩手・宮城内陸地震）を踏まえ、崩壊危険度ランク別に設定されたものである。なお、ランクBとCで崩壊確率0%となっているが、あくまで全体の崩壊箇所数を推計するためのものであり、ランクBとCが必ず安全ということではない。

表1.4.1 急傾斜地の崩壊確率

危険度ランク	崩壊確率
A	10%
B	0%
C	0%

また、表 1.4.2 に、急傾斜地崩壊による建物の被害率を示す。この被害率は、昭和 53 年宮城県沖地震、昭和 53 年伊豆大島近海地震を踏まえ、震度階別に設定されたものである。

表1.4.2 急傾斜地崩壊による建物被害率

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%

1.5 火災による建物被害

1.5.1 概要

以下の方針で、火災被害想定を実施する。

- ▶ 出火条件や気象条件の異なる代表的3条件、冬深夜、夏12時、冬18時で想定する。
- ▶ 風向・風速の条件については、徳島県内の実際の気象観測データに基づき設定する。
- ▶ 出火要因として、火気器具・電熱器具からの出火（建物倒壊しない場合・建物倒壊した場合）、電気機器・配線からの出火、を考慮する。
- ▶ 消防力については、「徳島県消防年報（平成22年）」に基づき設定する。
- ▶ 建物位置・用途等については、1棟単位で設定し、延焼可能性を検討する。
- ▶ 内閣府(2012)^[5]の被害率や消防力等の評価手法に基づき、全出火件数から残出火件数までを順次算出する。
- ▶ 加藤ら(2006)^[6]によるクラスター法を用いて火災による焼失棟数を算出する。

図 1.5.1 にクラスター法による火災被害予測の流れを示す。

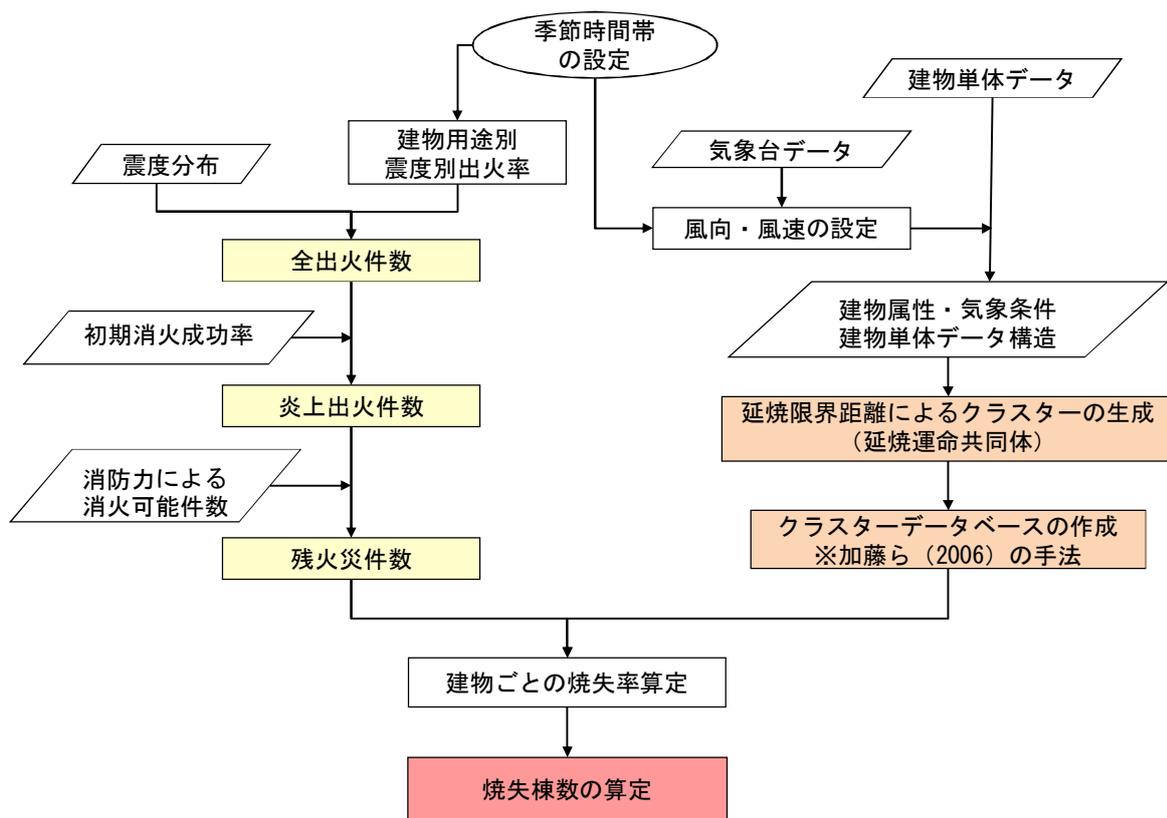


図 1.5.1 火災被害想定の流れ

1.5.2 想定季節、時間および気象条件

1) 季節、時間帯

- ・「冬深夜」、「夏 12 時」、「冬 18 時」とする。

2) 風速・風向

実情に即した想定とするため、過去の気象データから、気象観測台ごとに算定する。計算では、最も近い気象観測点での値を用いる。

《風速について》

- ・過去 20 年間 (1992～2012) の夏季と冬季の風速 (1 日における 10 分間平均風速の最大値) について、前回想定と同様に「平均最大風速+2 σ (標準偏差) (95%確率) を用いる (観測標高 10m に換算)。

《風向について》

- ・風速のデータと同期間の度数分布から最多風向を設定する。

表 1.5.1 徳島県内の気象観測点と平均最大風速

観測点	標高(m)	冬季			夏季		
		風向	平均最大風速(m/s)	平均最大風速+2 σ	風向	平均最大風速(m/s)	平均最大風速+2 σ
徳島	1.6	西北西	5.964	9.758	南南東	5.747	9.751
剣山*1	1944.8	北	—	—	南南東	—	—
穴吹	160	南西	3.873	6.420	北東	3.484	5.579
池田	205	西南西	4.560	7.249	西南西	3.802	5.991
京上	560	南	2.248	4.033	西北西	1.838	3.136
木頭	330	北北東	3.799	7.143	北北東	3.216	5.555
蒲生田	10	西	4.648	8.066	南西	4.914	9.113
日和佐	3	北西	5.437	8.733	南東	4.584	8.619
海陽*2	5	南東	4.235	7.065	南東	4.414	7.475
宍喰*1	4	西	—	—	西	—	—

※1 剣山および宍喰については、現在は使用していないため風速計の高さが不明であるため、除外している。

※2 海陽については、2009年2月19日から観測開始であるため、それ以降のデータで集計している。

1.5.3 出火件数の想定

出火要因については、内閣府の「南海トラフの巨大地震 建物被害・人的被害の被害想定項目及び手法の概要」^[5]において示している、(1)建物倒壊しない場合の火気器具、電熱器具からの出火、(2)建物倒壊した場合の火気器具、電熱器具からの出火、(3)電気機器、配線からの出火、の3つを検討する。内閣府の方法の概要を、以下に記す。

初期消火による出火数減少を考慮した炎上出火件数が消防活動の対象となる。

$$(\text{総出火数}) = (\text{火気器具・電熱器具による出火数}) + (\text{電気機器・配線による出火数}) \quad (1.5.1)$$

(1) 建物倒壊しない場合の火気器具・電熱器具からの出火

建物倒壊しない場合は、震度および建物用途別の出火率から出火件数を算定する。

$$\text{全出火件数} = \text{震度別用途別出火率} \times \text{用途別要因数} \quad (1.5.2)$$

表 1.5.2 建物倒壊しない場合の火気器具・電熱器具からの出火率

冬深夜					
建物用途	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%	0.0660%
物販店	0.0001%	0.0004%	0.0013%	0.0059%	0.0510%
病院	0.0002%	0.0004%	0.0014%	0.0075%	0.1180%
診療所	0.0000%	0.0002%	0.0005%	0.0018%	0.0070%
事務所等その他事務所	0.0000%	0.0001%	0.0004%	0.0020%	0.0110%
住宅・共同住宅	0.0002%	0.0006%	0.0021%	0.0072%	0.0260%
夏12時					
建物用途	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%	0.3310%
物販店	0.0005%	0.0015%	0.0071%	0.0253%	0.1230%
病院	0.0009%	0.0016%	0.0070%	0.0296%	0.3130%
診療所	0.0004%	0.0004%	0.0016%	0.0050%	0.0230%
事務所等その他事務所	0.0005%	0.0017%	0.0083%	0.0313%	0.1830%
住宅・共同住宅	0.0003%	0.0003%	0.0013%	0.0043%	0.0210%
冬18時					
建物用途	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%	0.5090%
物販店	0.0007%	0.0020%	0.0085%	0.0302%	0.1580%
病院	0.0008%	0.0017%	0.0072%	0.0372%	0.5290%
診療所	0.0004%	0.0010%	0.0036%	0.0130%	0.0410%
事務所等その他事務所	0.0003%	0.0012%	0.0052%	0.0216%	0.1770%
住宅・共同住宅	0.0010%	0.0034%	0.0109%	0.0351%	0.1150%

出典：内閣府、南海トラフ巨大地震の被害想定（第二次報告）、資料2-2 建物被害・人的被害の被害想定項目及び手法の概要、平成24年8月

建物用途については、上表の「飲食店」「物販店」「病院」「診療所」「事務所等その他事業所」「住宅・共同住宅」の区分とし、各建物での設定については、建物被害想定で記したとお

りである。

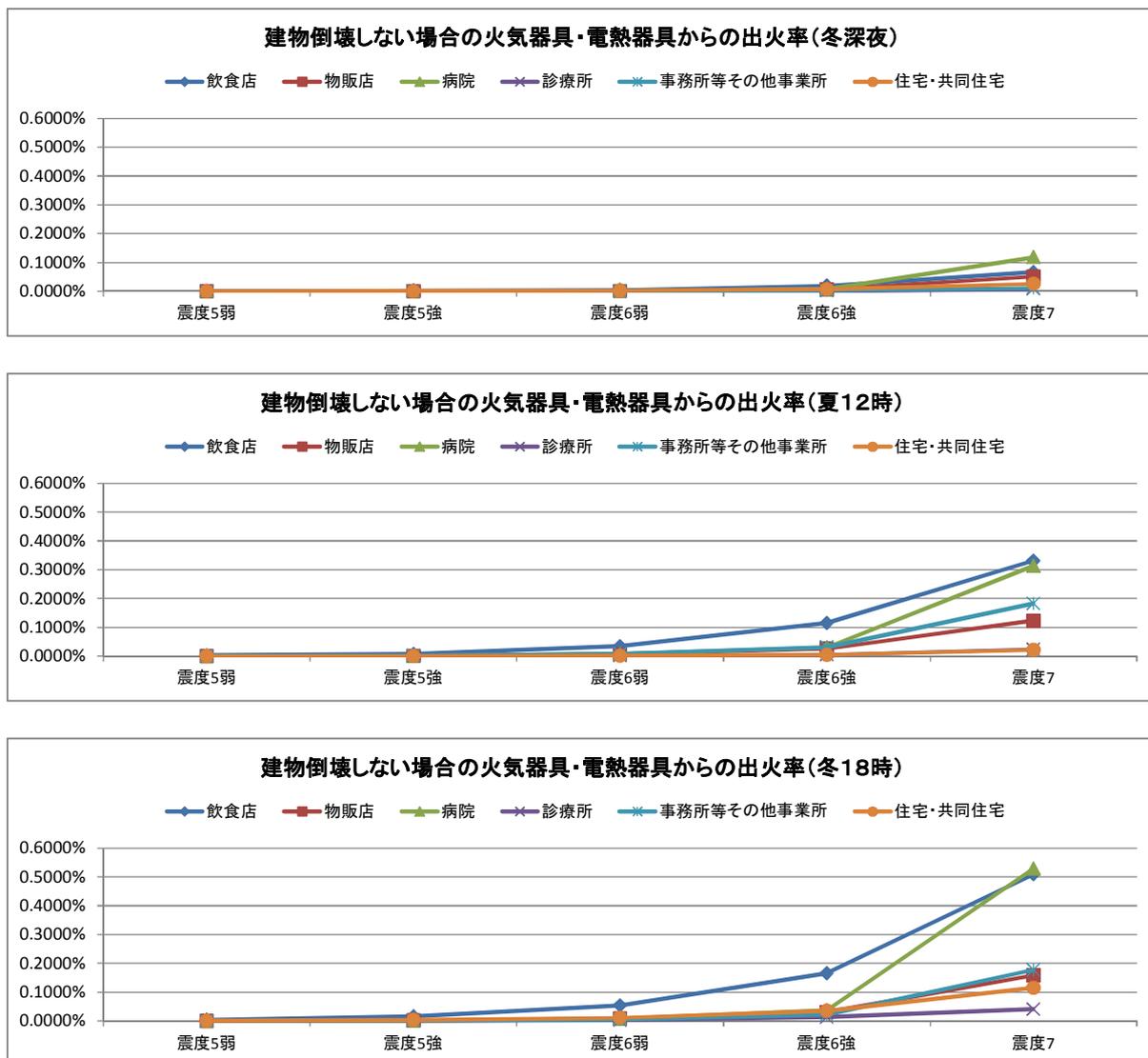


図 1.5.2 ケース別震度別の出火率

(2) 建物倒壊した場合の火気器具・電熱器具からの出火

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

暖房器具類を使わない夏の場合には、倒壊建物1棟あたり出火率を0.0286%とする。

時間補正係数は1.0 (深夜)、2.2 (12時)、3.4 (18時) とする。

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棟あたり出火率

$$(1.5.3)$$

季節時間帯別の倒壊建物1棟あたり出火率 :

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

(3) 電気機器・配線による出火数

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、全壊率との関係で設定する。

$$\text{電気機器からの出火件数} = 0.044\% \times \text{全壊棟数} \quad (1.5.4)$$

$$\text{配線からの出火件数} = 0.030\% \times \text{全壊棟数} \quad (1.5.5)$$

1.5.4 消火率の設定

(1) 住民による初期消火

住民による初期消火成功率は、**表 1.5.3** のように揺れが強いと困難になると考え、次式で炎上出火件数を算出する。

$$\text{炎上出火件数} = (1 - \text{初期消火成功率}) \times \text{全出火件数} \quad (1.5.6)$$

表 1.5.3 東京消防庁出火危険度測定（第 8 回、平成 23 年）による住宅の初期消火成功率

震度	6 弱以下	6 強	7
初期消火成功率	67%	30%	15%

(2) 消防力運用による消火

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マクロ式を適用する。

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、消防本部・組合ごとに消火可能件数を算定する。

$$\begin{aligned} \text{消火可能件数（発災直後）} &= 0.2 \times (\text{消防ポンプ自動車数}/2 + \text{小型動力ポンプ数}/4) \\ &\quad \times \{1 - (1 - 61,544/\text{市街地面積}(\text{m}^2))^{\text{水利数}}\} \end{aligned} \quad (1.5.7)$$

$$\text{残火災件数} = \text{炎上出火件数} - \text{消火可能火災件数} \quad (1.5.8)$$

各消防本部・組合について求めた消火可能件数（発災直後：1 時間後）と、想定される炎上出火件数を比較し、残火災件数（延焼拡大件数）を求める。この件数の火災が、消防で食い止めることができず延焼拡大する、と想定する。

上式における係数 0.2 は、今回の強風条件に該当する（平均風速では 0.3）。式は、阪神・淡路大震災のデータに基づき、消防力運用による消火可能件数をポンプ車数や消防水利数を用いて表現したものであり、風速が大きくなれば発災直後に消防によって消火できる割合が低下することを考慮している。

消防運用によりすべての炎上出火を消し止められた場合においても、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する^[1]。

(3) 徳島県の現況

- ・消防ポンプ自動車、小型動力ポンプ数、水利数に関しては、徳島県消防年報（平成 22 年）の値を用いる。
- ・消防水利のデータは、消火栓以外のデータを用いた（防火水槽、井戸、プール、池等）
- ・市街地面積に関しては、県の「固定資産の価格等の概要調書」「土地所有・利用の概況」を元に計算する。

表1.5.4 徳島県の消防力

消防管轄	市街地面積 (㎡)	消防本部		消防団		消防水利 数	消火可能件 数（発災直 後）
		ポンプ 自動車 数	小型動 力ポン プ数	ポンプ 自動車 数	小型動 力ポン プ数		
徳島市	30,862,298	11	0	19	5	1,144	2.6
鳴門市	12,150,113	4	0	6	46	104	1.3
小松島市	7,504,318	3	0	16	7	222	0.3
阿南市	15,945,272	7	0	39	35	563	1.8
美馬市 (美馬町を除く)	6,340,968	4	0	2	56	333	5.3
名西消防組合	6,463,810	3	0	13	42	766	4.7
海部消防組合	6,460,033	4	0	17	110	606	5.4
板野東部消防組合	11,323,031	4	0	17	0	195	10.5
板野西部消防組合	7,160,894	3	0	10	5	189	1.1
徳島中央広域連合消 防本部	21,949,765	7	0	29	51	1,017	8.2
美馬西部消防組合	4,803,663	4	0	0	26	374	2.2
みよし広域連合消 防本部	9,512,881	6	0	20	119	1,381	12.7
上勝町	407,997	0	0	2	22	99	2.0
佐那河内村	399,432	0	0	0	16	65	0.8
勝浦町	966,068	0	0	0	10	162	0.6
合計	142,250,543	60	0	190	550	7,220	60.0

1.5.5 焼失棟数（クラスター法）

加藤ら（2006）^[6]の手法による焼失棟数の算定手順の概要を以下に記す。

(1) 延焼限界距離の算出

延焼限界距離は、「防災まちづくり」総プロ^[7]で定義された延焼限界距離の考え方を基本とし、構造別（木造・防火造・準耐火造・耐火造）に、建物幅と風速から算出する。

(2) 建物クラスターデータベースの作成

建物の隣棟間距離と(1)で算出した各建物の延焼限界距離（隣棟の値との平均値）を比較し、隣棟間距離が延焼限界距離以下であれば、同じクラスターに属する（延焼する）として探索

を行う。そして、各クラスターについて棟数棟を整備し、各建物にはどのクラスターに属するかを割り振る。

(3) 火災焼失棟数の算出

焼失棟数の平均的な予測値を以下の手順で算出する。

- ① 建物単体における出火確率を設定する。

式(1.5.8)の残火災件数に基づく。

- ② 建物の焼失確率は、各建物が属するクラスターから1件以上出火する確率に等しいことから、クラスターを構成する建物を n 棟、クラスターに属する建物の出火確率の平均値を \bar{p} とすると、各建物の焼失確率 P は、式(1.5.9)で求められる。

$$P = 1 - \exp(-n\bar{p}) \quad (1.5.9)$$

P : 焼失確率

- ③ 集計単位における焼失棟数の確率的な予測値 x は、集計単位内の建物の焼失確率 P の総和に等しい。250mメッシュ単位で算出し、区市町村単位に集計した。

$$x = \sum P \quad (1.5.10)$$

参考文献 [1章]

- [1] 内閣府(防災担当)：災害に係る住家の被害認定基準運用指針，平成21年6月。
<http://www.bousai.go.jp/taisaku/pdf/shishinall.pdf>
- [2] 株式会社ゼンリン：建物ポイントデータ2012。
<http://www.zenrin.co.jp/product/gis/marketing/marketing04.html>
- [3] 岩崎敏男・龍岡文夫・常田賢一・安田 進：地震時地盤液状化の程度の予測 について，土と基礎，Vol. 28, No. 4, pp. 23-29, 1980年。
- [4] 総務省統計局：平成22年国勢調査人口集中地区境界図。
<http://www.stat.go.jp/data/chiri/gis/index.htm>
- [5] 内閣府中央防災会議 防災対策検討会議 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ：南海トラフ巨大地震の被害想定について（第一次報告）、2012年
- [6] 加藤孝明・程洪・亜力坤玉素甫・山口亮・名取晶子：「建物単体データを用いた全スケール対応・出火確率統合型の地震火災リスクの評価手法の構築」、地域安全学会論文集 No. 8、2006年
- [7] 国土交通省国土技術政策総合研究所、総合技術開発プロジェクト「防災まちづくりに関する評価技術・対策技術の開発」、2003年

2. 人的被害想定の推計手法

2.1 概要

2.1.1 人的被害の要因

人的被害として、「①建物倒壊」、「②急傾斜地崩壊」、「③火災」、「④屋外転倒物、屋外落下物」、「⑤屋内収容物移動・転倒、屋内落下物」を想定する。

人的被害は、死者数、負傷者数、重傷者数を想定する。なお、死傷者の定義は、以下の通りである^[1]。

死者：当該災害が原因で死亡し、死体を確認したもの、または死体を確認することができないが死亡したことが確実なものとする。

負傷者：重傷者＋軽傷者

重傷者：1か月以上の治療を要する見込みの者

軽傷者：1か月未満の治療を要する見込みの者

2.1.2 人口の現況

図 2.1.1 に、250m メッシュ単位の人口データについて、データ作成のフローを示す。

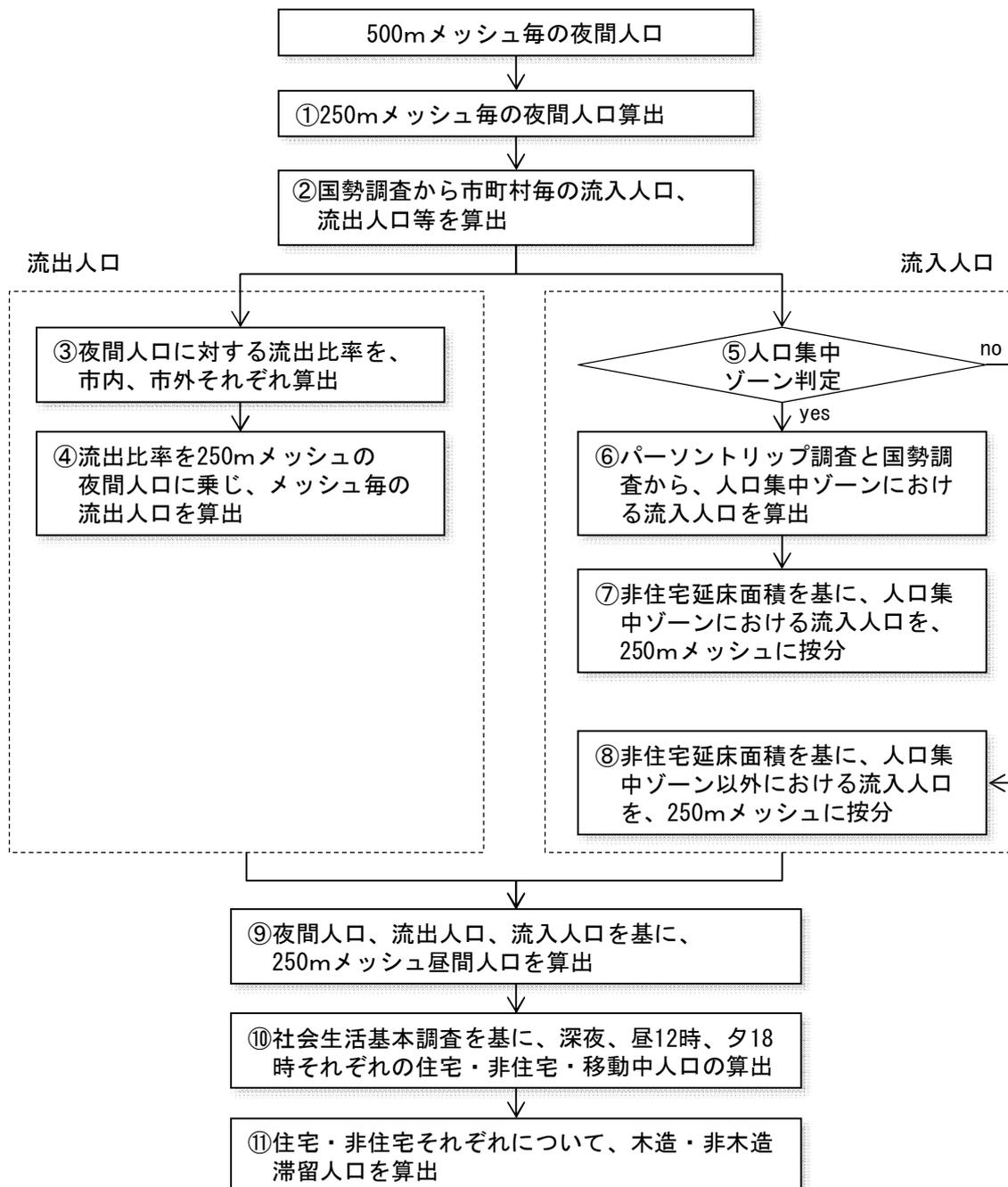


図2.1.1 人口データの作成フロー

データ作成にあたっては、以下の方針に基づき処理を行い、時間帯別（深夜、昼12時、夕18時）構造別（木造・非木造）の住宅滞留人口、非住宅滞留人口と移動中人口を算出する。

- ① 250mメッシュ毎の夜間人口の算出

平成22年国勢調査の地域メッシュ統計の500mメッシュ人口データを、250mメッシュの住宅建物の延床面積の比率で按分した^[2]。

② 流入、流出、滞留人口の算出

「平成22年国勢調査従業地・通学地集計 従業地・通学地による人口・産業等集計」から、市町村毎の昼間人口、流入人口（市内から／市外から）、流出人口（市内への／市外への）、滞留人口を算出した^[3]。

③ 夜間人口に対する流出比率の算出

市町村毎に夜間人口に対する流出比率を、市内・市外それぞれ算出した。

④ 250mメッシュ毎の流出人口の算出

③の流出比率を、250mメッシュ夜間人口に乗じることで、250mメッシュ毎の市内・市外への流出人口を算出した。

⑤ 人口集中ゾーンの判定

徳島広域都市圏パーソントリップ調査^[4]の結果をもとに、パーソントリップのゾーン毎に夜間人口、流入人口を求め、流入人口が夜間人口を大きく上回るゾーンを「人口集中ゾーン」として、⑥～⑦の計算を行った。

⑥ 人口集中ゾーンの流入者の算出

パーソントリップ調査の流入人口が人口集中ゾーンに流入してくる割合を、②で求めた国勢調査における市町村毎の流入人口に乗じることで、人口集中ゾーンにおける市内・市外からの流入人口を算出した。

⑦ 人口集中ゾーンの250mメッシュ毎の流入人口の算出

人口集中ゾーンの流入人口を、該当する250mメッシュの非住宅延床面積の比率で按分した。

⑧ 人口集中ゾーン以外の250mメッシュ毎の流入人口の算出

②の市町村毎の流入人口から、人口集中ゾーンにおける流入人口を差し引いた数字を用いて、人口集中ゾーン以外の流入人口を、該当する250mメッシュの非住宅延床面積の比率で按分した。

⑨ 250mメッシュ毎の昼間人口の算出

「昼間人口＝夜間人口＋市内からの流入人口＋市外からの流入人口－市内への流出人口－市外への流出人口」の関係から、250mメッシュ毎の昼間人口を算出した。

⑩ 住宅・非住宅・移動中人口の算出

「平成23年社会生活基本調査」から、徳島県における1日の人の標準的な動きを把握した（**図2.1.2**参照）^[5]。これに基づき、時間帯別の住宅滞留人口比率、その他施設（非住宅）滞留人口比率、移動中人口比率を、**表2.1.1**のように設定した。

⑪ 木造・非木造滞留人口の算出

住宅滞留人口については、木造住宅建物と非木造建物の延床面積をもとに、木造住宅建物滞留人口と非木造住宅建物滞留人口を算出した。

その他施設（非住宅）滞留人口については、木造非住宅建物と非木造非住宅建物の延床面積をもとに、木造非住宅建物滞留人口と非木造非住宅建物滞留人口を算出した。

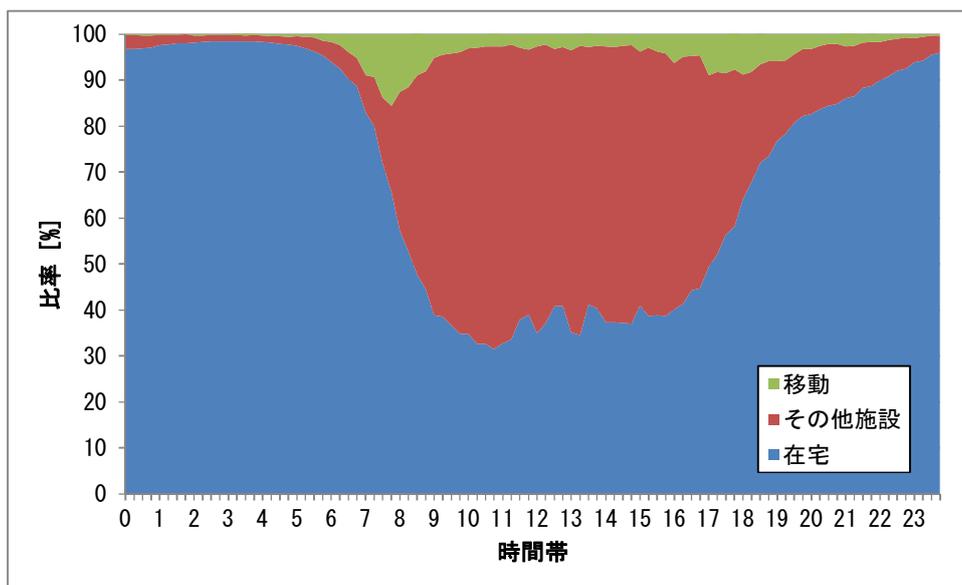


図2.1.2 人口動態

表2.1.1 時間帯別住宅滞留人口等の設定

時間帯	住宅滞留人口、非住宅滞留人口、移動中人口
深夜	<ul style="list-style-type: none"> 住宅滞留人口=夜間人口 [人] 非住宅滞留人口=0 [人] 移動中人口=0 [人]
昼 12 時	<ul style="list-style-type: none"> 住宅滞留人口=0.35×夜間人口 [人] 非住宅滞留人口=0.95×昼間人口-住宅滞留人口 [人] 移動中人口=0.05×昼間人口 [人]
夕 18 時	<ul style="list-style-type: none"> 夕方人口= (2×夜間人口+3×昼間人口) /5 [人] 住宅滞留人口=0.6×夜間人口 [人] 非住宅滞留人口=0.9×夕方人口-住宅滞留人口 [人] 移動中人口=0.1×夕方人口 [人]

表 2.1.2 に、市町村毎の人口を示す。

県全体で、夜間人口は約 79 万人となっている。市町村別には、徳島市が約 34%、鳴門市が約 8%、小松島市が約 5%、阿南市が約 10%と、この 4 市で県全体の約 56%を占めている。

表2.1.2 人口

市町村名	深夜	昼12時	夕18時
	[人]	[人]	[人]
徳島市	264,548	289,853	279,731
鳴門市	61,513	59,181	60,114
小松島市	40,614	37,535	38,767
阿南市	76,063	76,182	76,134
吉野川市	44,020	40,367	41,828
阿波市	39,247	35,792	37,174
美馬市	32,484	31,654	31,986
三好市	29,951	30,844	30,487
勝浦町	5,765	5,382	5,535
上勝町	1,783	1,859	1,829
佐那河内村	2,588	2,169	2,337
石井町	25,954	22,709	24,007
神山町	6,038	5,571	5,758
那賀町	9,318	9,385	9,358
牟岐町	4,826	4,763	4,788
美波町	7,765	7,538	7,629
海陽町	10,446	10,402	10,420
松茂町	15,070	16,716	16,058
北島町	21,658	19,120	20,135
藍住町	33,338	27,690	29,949
板野町	14,241	14,074	14,141
上板町	12,727	10,727	11,527
つるぎ町	10,490	10,601	10,557
東みよし町	15,044	13,156	13,911
合計	785,491	783,270	784,158

※数値は、小数第1位で四捨五入しているため、合計が合わない場合がある。

2.2 建物倒壊による人的被害

建物倒壊による人的被害は、地震の揺れによる建物倒壊に巻き込まれた死傷者を想定する。

2.2.1 想定手法

(1) 死傷者

想定手法は、内閣府(2012)^[6]を用いる。

図 2.2.1～図 2.2.2 に、それぞれ、揺れによる建物倒壊に伴う死者、負傷者・重傷者の想定フローを示す。同図、ならびに式(2.2.1)～式(2.2.9)に示すように、揺れによる建物被害棟数(全壊棟数、全半壊棟数)と人口データを用い、建物被害と死者数、負傷者数、重傷者数との関係式より推計する。

死者数の関係式は、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)の被害事例から算出した全壊棟数と死者数との関係から設定されたものである。

負傷者数と重傷者数の関係式は、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、東日本大震災の内陸被災市町村の建物被害棟数(全壊棟数、全半壊棟数)と負傷者数・重傷者数との関係から設定されたものである。

① 死者

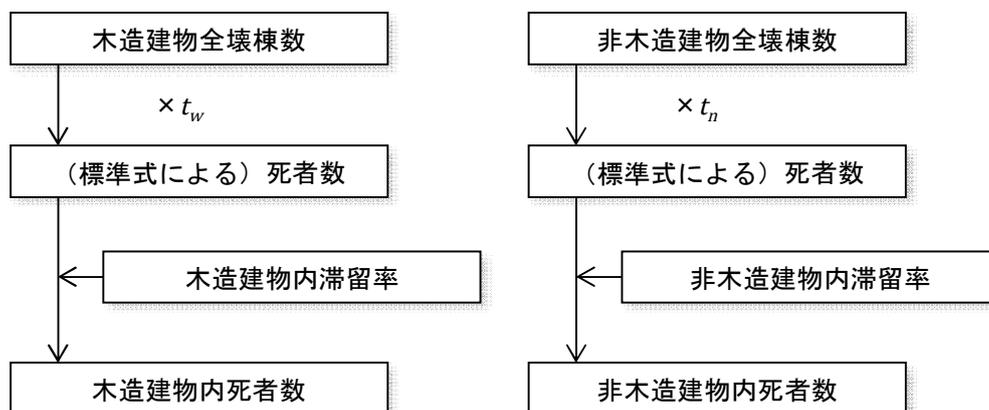


図2.2.1 揺れによる建物倒壊に伴う死者の想定フロー

$$(\text{死者数}) = (\text{木造 死者数}) + (\text{非木造 死者数}) \quad (2.2.1)$$

$$(\text{木造 死者数}) = t_w \times (\text{揺れによる木造全壊棟数}) \times (\text{木造建物内滞留率}) \quad (2.2.2)$$

$$(\text{非木造 死者数}) = t_n \times (\text{揺れによる非木造全壊棟数}) \times (\text{非木造建物内滞留率}) \quad (2.2.3)$$

(木造建物内滞留率) : α_w

= (発生時刻の木造建物内滞留人口) ÷ (朝5時の木造建物内滞留人口)
 (非木造建物内滞留率) : α_n
 = (発生時刻の非木造建物内滞留人口) ÷ (朝5時の非木造建物内滞留人口)
 (建物1棟あ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)) : β_w
 = (木造建物1棟あたりの滞留人口) ÷ (全建物1棟あたりの滞留人口)
 (建物1棟あ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)) : β_n
 = (非木造建物1棟あたりの滞留人口) ÷ (全建物1棟あたりの滞留人口)

$$t_w = 0.0676, \quad t_n = 0.00840 \times \left(\frac{P_{n0}}{B_n} \times \frac{B_w}{P_{w0}} \right)$$

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 負傷者

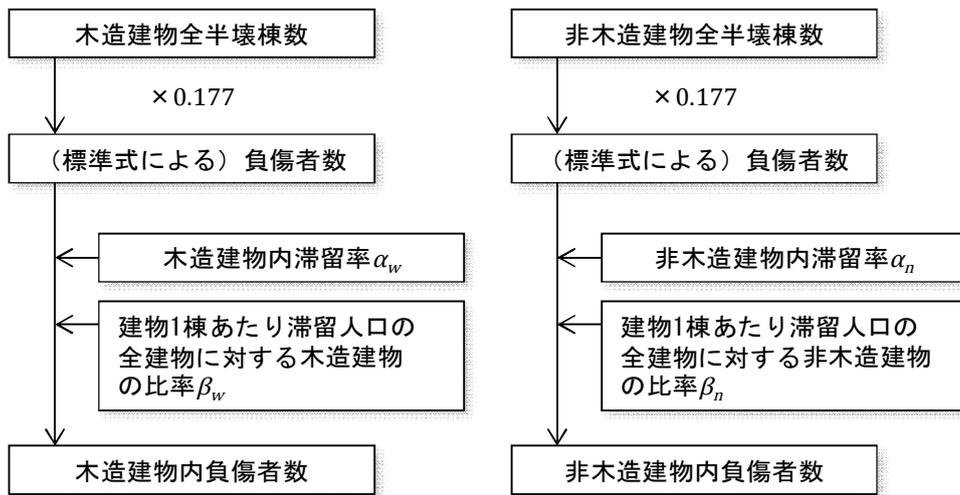


図2.2.2 揺れによる建物倒壊に伴う負傷者の想定フロー

$$(負傷者数) = (木造建物における負傷者数) + (非木造建物における負傷者数) \quad (2.2.4)$$

$$(木造建物における負傷者数) = 0.177 \times (揺れによる木造全半壊棟数) \times \alpha_w \times \beta_w \quad (2.2.5)$$

$$(非木造建物における負傷者数) = 0.177 \times (揺れによる非木造全半壊棟数) \times \alpha_n \times \beta_n \quad (2.2.6)$$

③ 重傷者

負傷者と同じフローであるが、係数は下記となる。

$$(重傷者数) = (木造建物における重傷者数) + (非木造建物における重傷者数) \quad (2.2.7)$$

(木造建物における重傷者数)

$$=0.100 \times (\text{揺れによる木造全壊棟数}) \times \alpha_w \times \beta_w \quad (2.2.8)$$

(非木造建物における重傷者数)

$$=0.100 \times (\text{揺れによる非木造全壊棟数}) \times \alpha_n \times \beta_n \quad (2.2.9)$$

(2) 自力脱出困難者

想定手法は、内閣府(2012)^[6]を用いる。

図2.2.3に、自力脱出困難者(揺れによる建物倒壊に伴う要救助者)の想定フローを示す。同図、ならびに式(2.2.10)に示すように、屋内滞留人口に、揺れによる建物全壊率を掛けることにより推計する。同式は、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自力脱出困難者の数との関係を用いた、静岡県(2000)や東京都(1997)の手法を参考に設定されたものである。

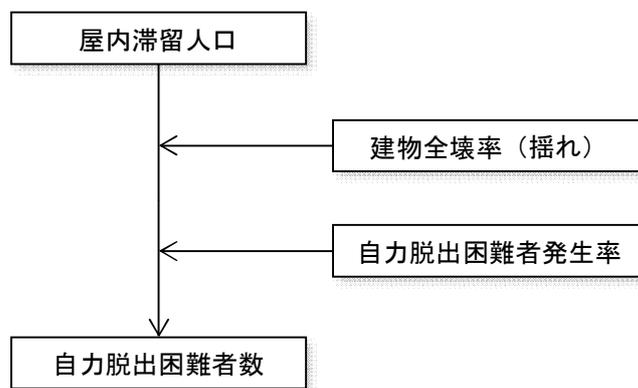


図2.2.3 自力脱出困難者(揺れによる建物倒壊に伴う要救助者)の想定フロー

$$(\text{自力脱出困難者}) = 0.117 \times (\text{揺れによる建物全壊率}) \times \text{屋内滞留人口} \quad (2.2.10)$$

2.3 急傾斜地崩壊による人的被害

急傾斜地崩壊による人的被害は、地震の揺れによってがけ崩れ（急傾斜地の崩壊）が発生し、崩壊した土砂による建物倒壊に巻き込まれた死傷者を想定する。

想定手法は、内閣府(2012)^[6]を用いる。

急傾斜地崩壊による全壊棟数と人口データを用い、**式(2.3.1)～式(2.3.3)**に示す、がけ崩れによる建物被害と死者数、負傷者数、重傷者数との関係式より推計する。同式は、東京都防災会議(1991)の手法であり、1967年～1981年までのがけ崩れの被害実態にもとづくものである。なお、建物内滞留人口の24時間平均は、深夜と昼12時の平均値を用いる。

$$(\text{死者数}) = 0.098 \times (\text{急傾斜地崩壊による大破棟数}) \times (\text{建物内滞留人口比率}) \quad (2.3.1)$$

$$\text{木造大破棟数} = \text{木造全壊棟数} \times 0.7$$

$$\text{非木造大破棟数} = \text{非木造全壊棟数}$$

$$(\text{負傷者数}) = 1.25 \times (\text{死者数}) \quad (2.3.2)$$

$$(\text{重傷者数}) = (\text{負傷者数}) \div 2 \quad (2.3.3)$$

$$(\text{建物内滞留人口比率}) = (\text{発生時刻の建物内滞留人口})$$

$$\div (\text{建物内滞留人口の24時間平均})$$

2.4 火災による人的被害

2.4.1 想定手法

内閣府(2012)^[6]の予測手法に基づき、死者の発生要因として、以下の3種類のシナリオ(表2.4.1)を想定して、火災による死者数を推定する。

表2.4.1 火災による死者の発生要因

シナリオ	具体例
a) 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られなかった人 (揺れによる建物倒壊を伴わない)
b) 倒壊後に焼失した家屋内の救出困難者(生き埋め等)	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
c) 延焼拡大時の逃げ惑い	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、巻き込まれて焼死した人

a) 炎上出火家屋内からの逃げ遅れ

突然の出火により逃げられず被災した死者数を、式(2.4.1)により算定する。

$$\begin{aligned} & \text{(炎上出火家屋内から逃げ遅れた死者数)} \\ & = (\text{死者発生率:0.046}) \times \text{出火件数} \times (\text{屋内滞留人口比率}) \end{aligned} \quad (2.4.1)$$

b) 倒壊後に焼失した家屋内の救出困難者

逃げ遅れた人は、自力脱出困難者(2.2節(2))の救出可能性を式(2.4.2)により考慮して算定する。なお、浸水域では津波での考慮とする。

$$\begin{aligned} & \text{(閉じ込めによる死者数)} = \text{(①倒壊かつ焼失家屋内の救出困難な人)} \times (1 - \text{生存救出率:0.387}) \end{aligned} \quad (2.4.2)$$

ここで、

$$\begin{aligned} & \text{(倒壊かつ焼失家屋内の救出困難な人)} \\ & = (1 - \text{早期救出可能な割合:0.72}) \times \text{(②全壊かつ焼失家屋内の要救助者数)} \\ & \text{(全壊かつ焼失家屋内の要救助者数)} \\ & = \text{(建物倒壊による自力脱出困難者数)} \times \text{(倒壊かつ焼失の棟数/倒壊棟数)} \end{aligned}$$

c) 延焼拡大時の逃げ惑い

延焼拡大時の死者数は、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」に係る関係に基づき、式(2.4.3)を適用する。

$$\begin{aligned} & \text{(逃げ惑いによる死者数)} = (10^{1.5 \times \text{世帯焼失率}} - 1) \times \text{(全壊死者数)} \end{aligned} \quad (2.4.3)$$

また、負傷者、重傷者についても、所要の係数を用いて算出した。

2.5 屋外転倒物、屋外落下物による人的被害

屋外転倒物(塀、自動販売機等の転倒)や、屋外落下物(窓ガラス、壁面、吊り看板等の落下)による死傷者数を想定する。

(1) 屋外転倒物による被害

想定手法は、内閣府(2012)^[6]を用いる。

図2.5.1に、屋外転倒物に伴う死者、負傷者、重傷者の想定フローを示す。

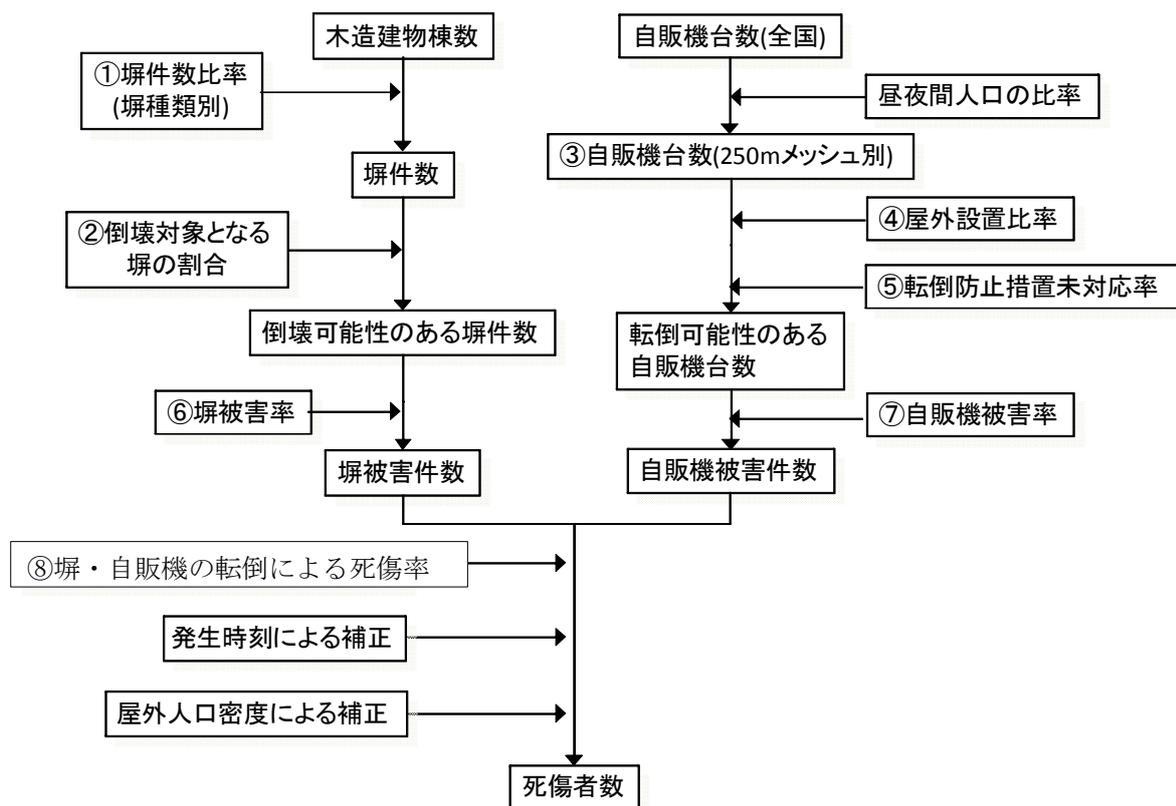


図2.5.1 屋外転倒物による人的被害の想定フロー

$$(\text{死傷者数}) = (\text{⑧塀・自販機の転倒による死傷者率}) \times \{(\text{塀被害件数}) + (\text{自販機被害件数})\} \\ \times (\text{発生時刻による補正}) \times \{(\text{屋外人口密度}) / 1689.16 (\text{人}/\text{km}^2)\} \quad (2.5.1)$$

$$(\text{塀被害件数}) = (\text{木造建物棟数}) \times (\text{①塀件数比率}) \\ \times (\text{②倒壊対象となる塀の割合}) \times (\text{⑦被害率}) \quad (2.5.2)$$

$$(\text{自販機被害件数}) = (\text{③自販機台数(全国)}) \times (\text{④昼夜間人口の比率}) \times (\text{⑤屋外設置比率}) \\ \times (\text{⑥転倒防止阻止率}) \times (\text{⑦被害率}) \quad (2.5.3)$$

$$(\text{発生時刻による補正}) = (\text{時刻別移動者数}) / (\text{18時時点移動者数})$$

ここで、①～⑧の比率として以下を用いる。

① 塀件数比率

ブロック塀については愛知県(2003)による関係を、石塀・コンクリート塀については東京都(1997)による関係を用いる(表 2.5.1)。

表2.5.1 木造棟数に対する塀件数の比率

ブロック塀	石塀	コンクリート塀
$0.16 \times (\text{木造住宅棟数})$	$0.035 \times (\text{木造住宅棟数})$	$0.036 \times (\text{木造住宅棟数})$

② 倒壊対象となる塀の割合

東京都(1997)による倒壊対象となる塀の割合を用いる(表 2.5.2)。

表2.5.2 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

③ 自販機台数(250mメッシュ別)

自動販売機台数は、全国の台数 5,084,340 台(※日本自動販売機工業会調べ：平成 23 年末時点)を、夜間人口と昼間人口を用いて配分する。

④ 屋外設置比率

内閣府(2012)に基づき、自動販売機のうち、屋外に設置されている比率を6割とする。これは清涼飲料水メーカーへのヒアリング結果に基づいた設定された数値である。

⑤ 転倒防止措置未対応率

内閣府(2012)に基づき、自動販売機の転倒防止措置未対応率を1割とする。これは、転倒防止対策の進捗状況を踏まえて内閣府で設定された数値である。

⑥ 塀被害率

東京都(1997)による式(2.5.4)～式(2.5.6)を用いる。これは、1978年宮城県沖地震の際の地震動の強さとブロック塀等の被害率との関係に基づいたものである。

$$\text{ブロック塀被害率}(\%) = -12.6 + 0.07 \times (\text{最大加速度})(\text{gal}) \quad (2.5.4)$$

$$\text{石塀被害率}(\%) = -26.6 + 0.168 \times (\text{最大加速度})(\text{gal}) \quad (2.5.5)$$

$$\text{コンクリート塀被害率}(\%) = -12.6 + 0.07 \times (\text{最大加速度})(\text{gal}) \quad (2.5.6)$$

⑦ 自販機被害率

自動販売機の被害率については、阪神・淡路大震災時の震度6弱以上の地域における転倒率20.9%（25,880台/124,100台）を、震度6弱以上に対して用いる。

⑧ 塀・自販機の転倒による死傷率

塀・自販機の転倒による死傷率(=倒壊1件あたりの死傷者数)として、**表2.5.3**を用いる。

表2.5.3 塀・自販機の転倒による死傷率(=倒壊1件あたりの死傷者数)

死者率	負傷者率	重傷者率
0.00116	0.04	0.0156

ここで、自販機の転倒による死傷率については、ブロック塀の倒壊による死傷者算定式を適用する。ただし、ブロック塀と自動販売機の幅の違いを考慮し、自動販売機とブロック塀の幅の平均長の比（1：12.2）によって補正する。

(2) 屋外落下物による被害

想定手法は、内閣府(2012)^[6]を用いる。

図2.5.2に、屋外落下物に伴う死者、負傷者、重傷者の想定フローを示す。同図に示すように、落下が想定される建物棟数を揺れによる全壊棟数と落下率から推計し、屋外落下物による死傷者数を人口データ及び屋外人口密度を用いて、落下が想定される建物棟数と死者数、負傷者数、重傷者数との関係式より推計する。

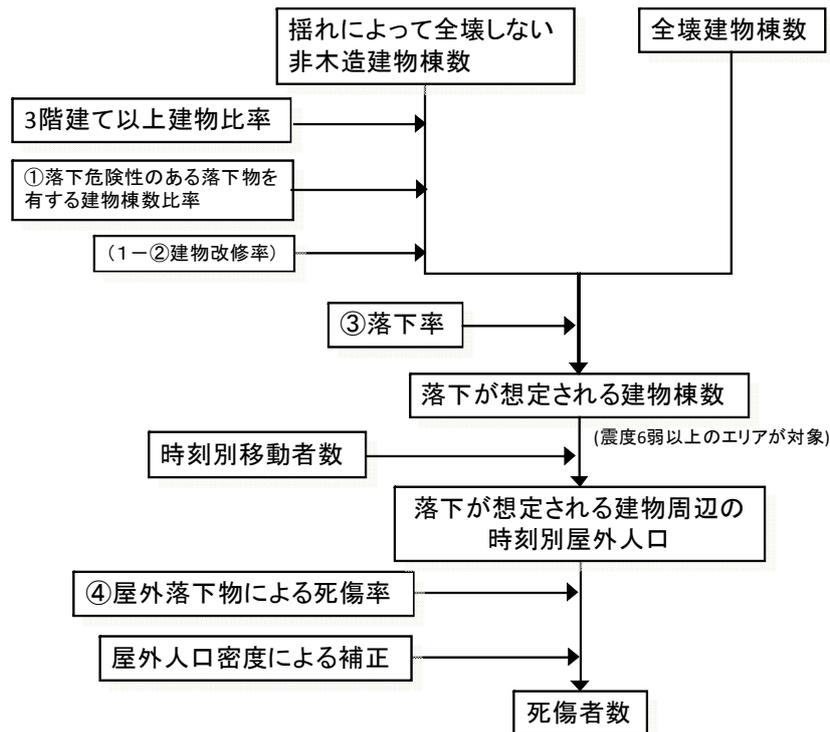


図2.5.2 屋外落下物による人的被害の想定フロー

$$\begin{aligned}
 (\text{死傷者数}) &= (\text{死傷者率}) \times \{(\text{落下が想定される建物棟数}) / (\text{建物棟数}) \\
 &\quad \times (\text{時刻別移動者数})\} \times ((\text{市町村別屋外人口密度}) / 1689.16 (\text{人}/\text{km}^2)) \quad (2.5.7)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (\text{落下が想定される建物棟数}) &= \{(\text{全壊建物棟数}) + (\text{全壊しない非木造建物棟数}) \times (\text{3階建て以上建物比率}) \\
 &\quad \times (\text{①落下物を有する建物棟数比率}) \times (1 - \text{②建物回収率})\} \times \text{③落下率} \quad (2.5.8)
 \end{aligned}$$

ここで、①～④の比率として以下を用いる。

① 落下危険性のある落下物を有する建物棟数比率

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(1997)）をもとに、対象となる建物の築年別に設定する（表2.5.4参照）。

表2.5.4 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）	非飛散物（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%

② 建物改修率

建物改修率には、東京都(1997)で用いている平均改修率87%を用いる。

③ 落下率

落下物の発生が想定される建物のうち落下が生じる建物の割合（落下率）には、東京都（1997）で設定したブロック塀の被害率と同じ式（式（2.5.9））を用いる。

$$(\text{落下率}) (\%) = -12.6 + 0.07 \times (\text{最大加速度}) (\text{gal}) \quad (2.5.9)$$

④ 屋外落下物による死傷率

屋外落下物による死傷者率には、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を用いる（表 2.5.5 参照）。

表2.5.5 屋外落下物による死傷者率(死傷者数÷屋外人口)

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

2.6 屋内収容物移動・転倒、屋内落下物による人的被害

屋内収容物移動・転倒、屋内落下物による人的被害は、家具の転倒や落下、屋内ガラスの飛散等による被害を想定する。なお、これらの人的被害については、揺れによる死傷者の内数として取り扱う。

想定手法は、内閣府(2012)^[6]を用いる。

図2.6.1に、屋内収容物の移動・転倒、屋内落下物による人的被害の想定フロー図を示す。

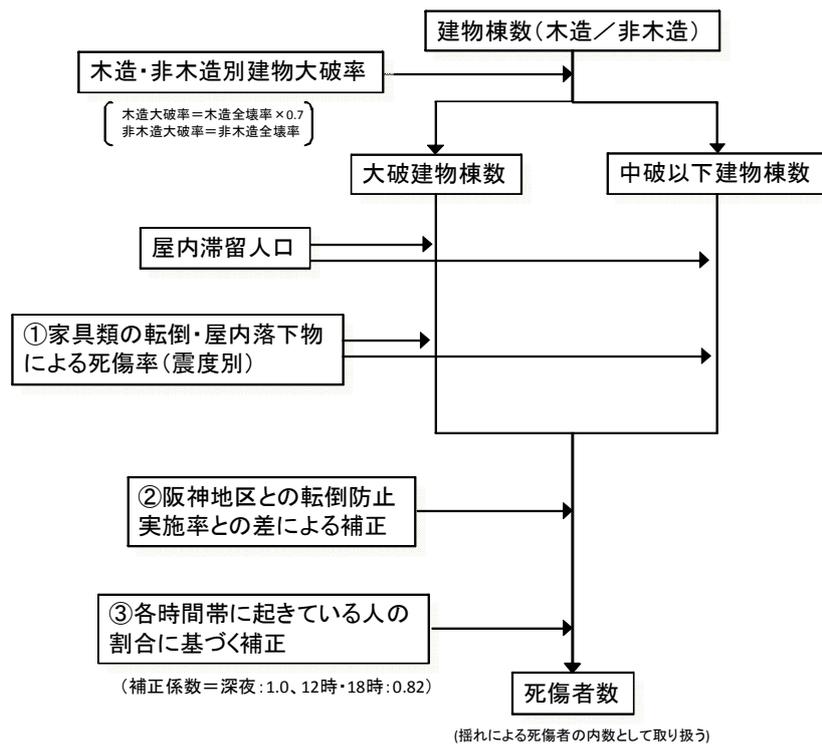


図2.6.1 屋内収容物の移動・転倒、屋内落下物による人的被害の想定フロー

$$\begin{aligned}
 (\text{死傷者数}) &= (\text{大破/中破以下別・木造/非木造別の屋内滞留人口}) \times (\text{①震度別死傷率}) \\
 &\quad \times (\text{②阪神地区との転倒防止実施率との差による補正}) \\
 &\quad \times (\text{③各時間帯に起きている人の割合に基づく補正}) \quad (2.6.1)
 \end{aligned}$$

ここで、

$$\text{木造大破率} = \text{木造全壊率} \times 0.7$$

$$\text{非木造大破率} = \text{非木造全壊率}$$

とする。

ここで、①～③の比率として以下を用いる。

① 家具類の転倒・屋内落下物による死傷率（震度別）

内閣府(2012)に基づき、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）による死傷者率を適用する（表2.6.1～表2.6.5参照）。

表2.6.1 屋内転倒物による死者率

震度	大破		中破以下	
	木造	非木造	木造	非木造
震度7	0.314%	0.192%	0.00955%	0.000579%
震度6強	0.255%	0.156%	0.00689%	0.000471%
震度6弱	0.113%	0.0688%	0.00343%	0.000208%
震度5強	0.0235%	0%	0.000715%	0.0000433%
震度5弱	0.00264%	0%	0.0000803%	0.0000049%

表2.6.2 屋内転倒物による負傷者率

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

表2.6.3 屋内落下物による死者率

震度	大破		中破以下	
	木造	非木造	木造	非木造
震度7	0.0776%	0.0476%	0.00270%	0.000164%
震度6強	0.0542%	0.0351%	0.00188%	0.000121%
震度6弱	0.0249%	0.0198%	0.000865%	0.0000682%
震度5強	0.0117%	0%	0.000407%	0.0000404%
震度5弱	0.00586%	0%	0.000204%	0.0000227%

表2.6.4 屋内落下物による負傷者率

震度	大破		中破以下	
	負傷者率	重傷者率	負傷者率	重傷者率
震度 7	1.76%	0.194%	0.0613%	0.00675%
震度 6 強	1.23%	0.135%	0.0428%	0.00471%
震度 6 弱	0.566%	0.0623%	0.0197%	0.00216%
震度 5 強	0.266%	0%	0.00926%	0.00102%
震度 5 弱	0.133%	0%	0.00463%	0.000509%

表2.6.5 屋内ガラスによる死傷者率

震度	屋内ガラス		
	死者率	負傷者率	重傷者率
震度 7	0.000299%	0.0564%	0.00797%
震度 6 強	0.000259%	0.0490%	0.00691%
震度 6 弱	0.000180%	0.0340%	0.00480%
震度 5 強	0.000101%	0.0190%	0.00269%
震度 5 弱	0.0000216%	0.00408%	0.000576%

② 阪神地区との転倒防止実施率との差による補正

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、式(2.6.2)を用いて補正する。

$$\text{補正係数} = (\text{徳島県の転倒防止措置未実施率} + k \times \text{徳島県の転倒防止措置実施率}) / (\text{阪神地区の転倒防止措置未実施率} + k \times \text{阪神地区の転倒防止措置実施率}) \quad (2.6.2)$$

$$k : \text{転倒防止措置未実施と実施による転倒率の比} = 0.23$$

$$\text{阪神地区の転倒防止措置実施率(阪神淡路大震災当時)} = 0.05$$

徳島県内における家具の転倒防止実施率は、徳島県が県民を対象に実施した「平成24年度南海トラフの巨大地震と津波に関するアンケート調査」の結果に基づき、25.0%とする^[7]（一部固定は1/2の扱いとした）。

③ 各時間帯に起きている人の割合に基づく補正

各時間帯に起きている人の割合に基づく補正として、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）を乗じる。

参考文献[2章]

- [1] 内閣府政策統括官（防災担当）：災害の被害認定基準について，平成13年6月28日府政防第518号。
<http://www.bousai.go.jp/taisaku/pdf/030110.pdf>
- [2] 総務省統計局：平成22年国勢調査，地域メッシュ統計，500mメッシュ人口データ。
<http://www.stat.go.jp/data/mesh/index.htm>
- [3] 総務省統計局：平成22年国勢調査，従業地・通学地集計，従業地・通学地による人口・産業等集計結果。
<http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2010/index.htm>
- [4] 徳島県：徳島広域都市圏パーソントリップ調査，平成12年。
- [5] 総務省統計局：平成23年社会生活基本調査。
<http://www.stat.go.jp/data/shakai/2011/>
- [6] 内閣府中央防災会議 防災対策検討会議 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ：南海トラフ巨大地震の被害想定について（第一次報告）、2012年
- [7] 徳島県：平成24年度南海トラフの巨大地震と津波に関するアンケート調査、2012年

3. ライフライン被害の想定

3.1 概要

図 3.1.1 に示すように、ライフライン被害として、「(1)上水道」、「(2)下水道」、「(3)電力」、「(4)通信」、「(5)ガス」を想定する。津波浸水の影響を考慮しない点を除いて、平成 25 年度の南海トラフ巨大地震を対象とした被害想定での方法を用いる。

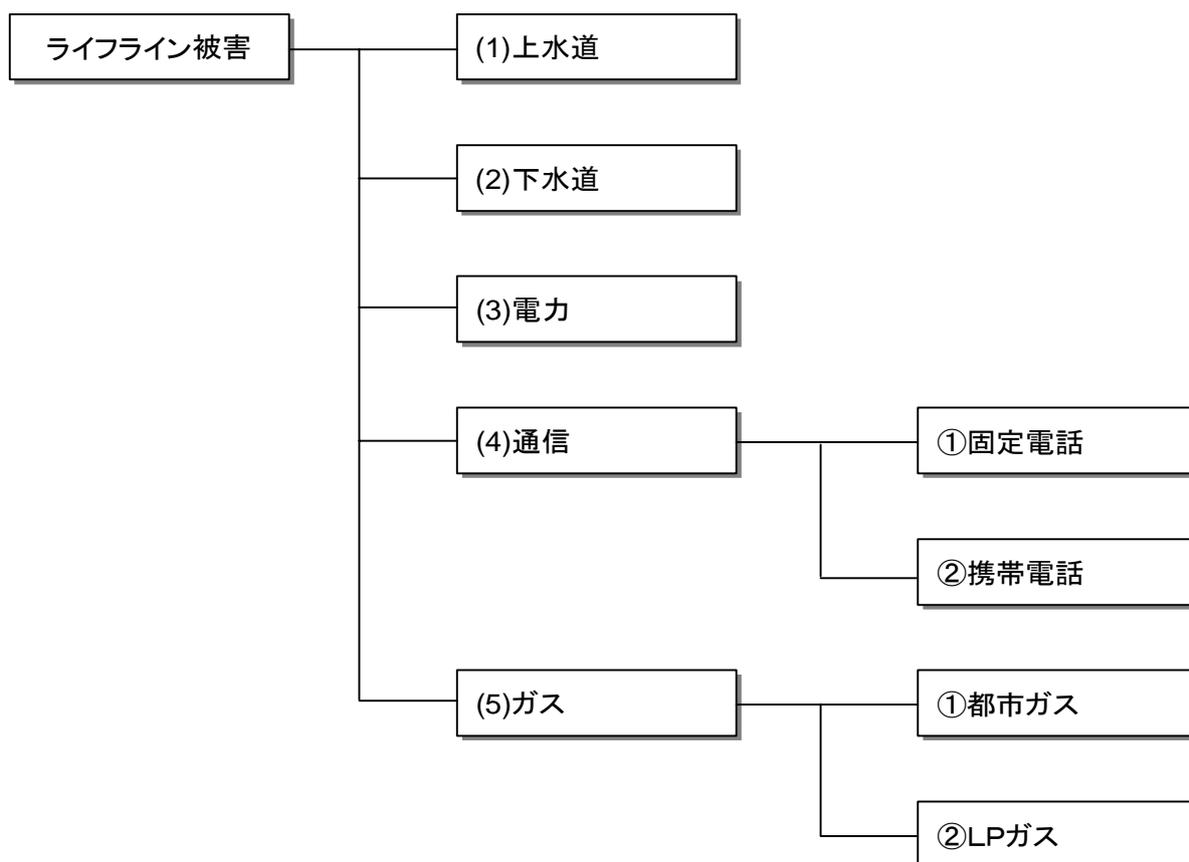


図3.1.1 ライフライン被害の想定項目

「(4)通信」は、「①固定電話」、「②携帯電話」を想定する。

「(5)ガス」は、「①都市ガス」、「②LPガス」を想定する。

「携帯電話」及び「LPガス」については、定性的に評価を行う。

3.2 上水道被害

3.2.1 徳島県内の現況

徳島県の給水人口は、平成22年度末時点で749,269人（普及率95.8%）である（徳島県ホームページの「徳島県の統計情報」より）。家庭や企業に水が届けられるまでの上水道の施設は多岐に渡るが、地震による被害の多くは水道管路で生じるので、これを主対象とする。浄水場における停電の影響については、直後には非常用電源が必ずしも機能していないことから、後述する「川上の方法」で考慮するものとし、個別施設の評価は行わない。

各市町村より管路データの提供を受け、管種管径別延長データを構築した。

表3.2.1 各市町村における水道の現況

市町村名	給水人口(人)	管路延長(km)	普及率(%)
徳島市	253,400	1,200	96.0
鳴門市	61,000	560	99.9
小松島市	39,900	260	99.0
阿南市	75,400	710	99.7
吉野川市	43,200	500	98.6
阿波市	38,500	480	98.8
美馬市	30,600	540	95.1
三好市	24,200	380	81.7
勝浦町	4,600	60	80.9
上勝町	920	60	52.9
佐那河内村	2,300	160	90.1
石井町	24,500	200	94.6
神山町	4,100	140	69.0
那賀町	6,700	270	73.6
牟岐町	4,500	90	92.0
美波町	7,100	80	94.0
海陽町	9,700	120	94.0
松茂町	15,200	110	100.0
北島町	21,700	140	100.0
藍住町	33,400	240	99.7
板野町	14,100	140	99.3
上板町	12,100	120	96.0
つるぎ町	8,400	150	81.1
東みよし町	13,800	150	92.2
合計	749,300	6,800	95.8

- 1) 給水人口、管路延長は市町村水道と簡易水道の合計である
- 2) 数値は、十の位または百の位で処理しており、合計や率が合わない場合がある

3.2.2 想定手法

上水道の機能支障（断水人口）を算出するフローを図3.2.1に示す。

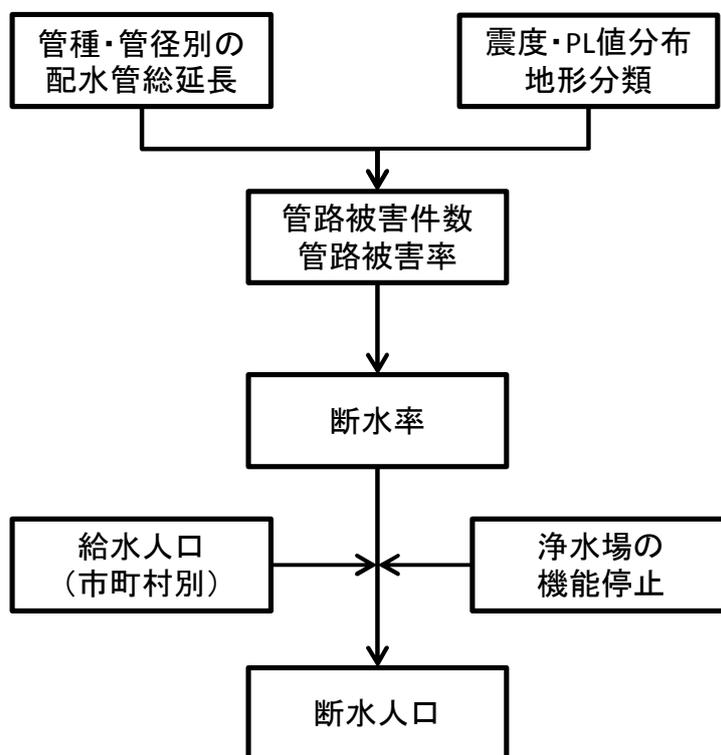


図3.2.1 上水道被害による断水人口の想定フロー

(1) 管路の被害

内閣府(2013)では、これまでと同様に広く用いられている図3.2.2、式(3.2.1)、式(3.2.2)の流れを踏襲し、係数等は近年の被害実績に基づく「首都直下地震 防災・減災プロジェクト」の成果である丸山・山崎(2011)の式¹を用いている。式(3.2.3)、表3.2.2～表3.2.6に係数を示す。地形分類については、表3.2.5に示すように、地震ハザードステーション(J-SHIS)の地形分類を当てはめたものとなっている(250mメッシュ)。

¹文部科学省：首都直下地震防災・減災特別プロジェクト、③広域的危機管理・減災体制の構築に関する研究、平成23年度成果報告書、ライフライン施設被害の相関性と復旧過程の実態解明、pp.217-230、2012年

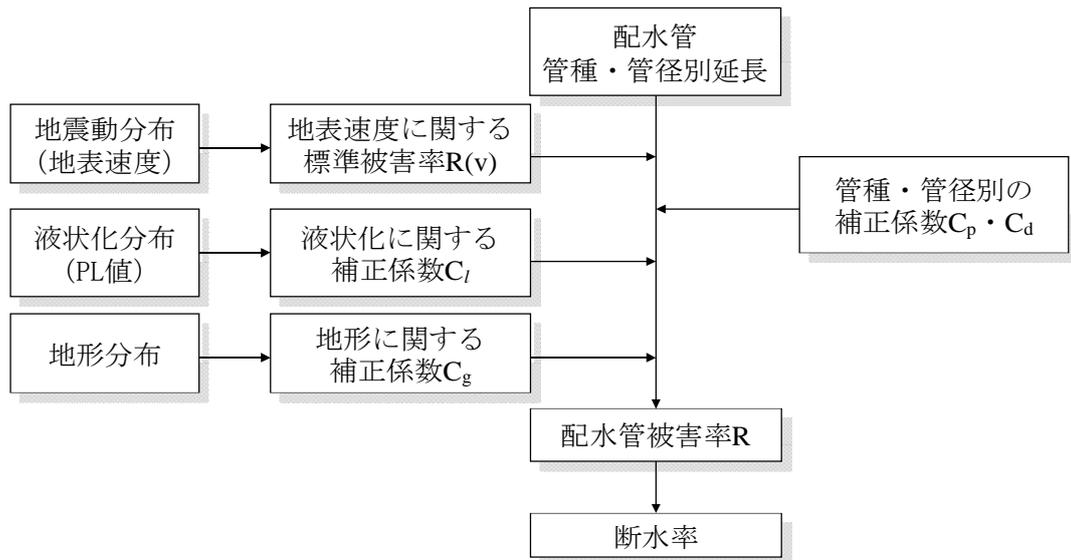


図3.2.2 上水道の管路被害の予測フロー

$$D_n = L \times R \quad (3.2.1)$$

$$R = C_p \times C_d \times C_g \times C_l \times R(v) \quad (3.2.2)$$

ここで、

- D_n : 対象管における被害件数(件)
- L : 対象管の延長(km)
- R : 対象管の被害率(件/km)
- $R(v)$: 標準被害率(件/km)
- v : 地表最大速度(cm/s)
- C_p : 管種による補正係数
- C_d : 管径による補正係数
- C_g : 地形に関する補正係数
- C_l : 液状化に関する補正係数、である。

$$R_{lm}(v) = C \Phi((\ln v - \lambda) / \zeta) \quad (3.2.3)$$

C 、 λ 、 ζ は非線形回帰で得られた表に示す定数である。

表3.2.2 上水道管の標準被害率曲線の定数

管種	ζ	λ	C
CIP・VP	0.860	5.00	2.06
DIP	0.864	6.04	4.99

表3.2.3 管種係数

管種	管種係数 (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
SP (鋼管)	2.0
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3.2.4 管径係数

管径	管径係数 (C_d)
~ $\phi 75\text{mm}$	1.6
$\phi 100\sim 150\text{mm}$	1.0
$\phi 200\sim 450\text{mm}$	0.8
$\phi 500\text{mm}\sim$	0.5

表3.2.5 地形・地盤係数

地形区分	地形分類 (J-SHIS)	地形・地盤係数 (C_g)
良質地盤	山地、山麓地、丘陵、火山地、 火山山麓地、火山性丘陵、岩石台地、 砂礫質台地、岩礁・礫、河川敷・河原	0.4
沖積平地	扇状地、自然堤防、後背湿地、旧河道、 三角州・海岸低地、砂州・砂礫州、砂丘、 砂州・砂丘間低地、干拓地、埋立地	1.0
谷・旧水部	谷底低地、河川・水路、湖沼	3.2
段丘	ローム台地	1.5

表3.2.6 液状化係数

PL値	液状化係数 (C_l)
0~5	1.0
5~15	2.0
15~	2.4

(2) 断水率と復旧予測

地震発生直後、1日後、1週間後、1か月後の4段階での断水率と復旧推移を想定する。

地震発生直後、1日後については、浄水場等の機能停止による影響及び、管路の耐震化状況・停電を考慮した川上による方法²により断水率を算出する。

また川上式は2日後までの式であるため、以後の復旧推移には「首都直下地震 防災・減災プロジェクト」の成果である能島の方法^{3,4}を採用し、川上式による断水率と連続するように調整する。

なお、機能停止した浄水場等は、消毒のみの簡易な浄水方法により給水しているため、1週間程度で復旧するものとする。

4段階での断水率を算出する具体的な手順を図3.2.3に示す。

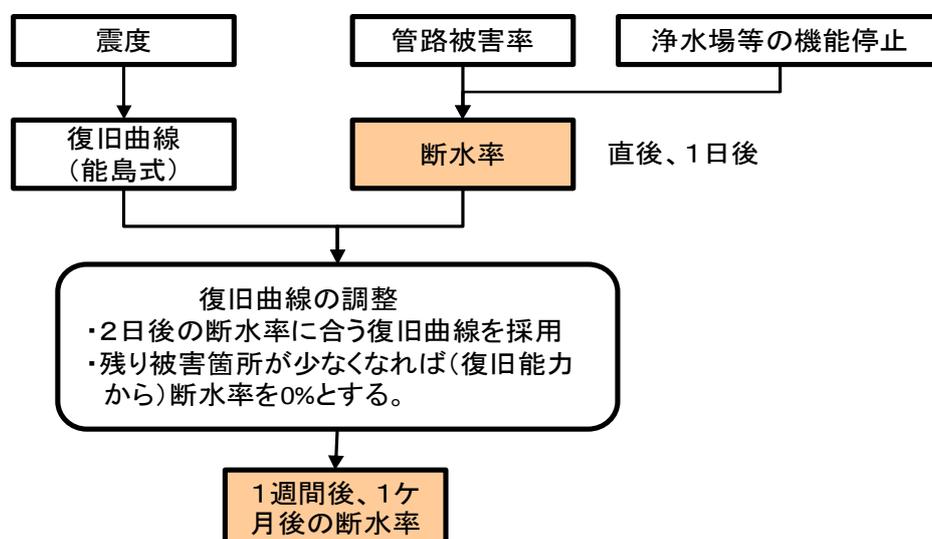


図 3. 2. 3 断水率と復旧推移の算出手順

○川上の方法²

断水率については、川上(1996)による管路の被害率 x と断水率 y の関係がよく用いられる。これは、図 3. 2. 4 に示すように、阪神・淡路大震災を含む近年の地震による各市町村の配水管の物的被害率と地震直後の断水率の関係を調べたものである。

$$\text{断水人口} = \text{全人口} \times \text{断水率}(y) \quad (3.2.4)$$

²川上英二：道路交通システムの形状と連結確率との関係、第1回都市直下地震災害総合シンポジウム、pp. 169-172、1996年

³能島暢呂・杉戸真太・鈴木康夫・石川 裕・奥村俊彦：震度情報に基づく供給系ライフラインの地震時機能リスクの二段階評価モデル、土木学会論文集、No. 724/I-62、pp. 225-238、2003年

⁴能島 暢呂・加藤 宏紀：供給系ライフラインの地震時機能評価モデルの検証 ―東日本大震災の被災事例に基づく―、地域安全学会論文集、No. 18、pp. 1-11、2012年

$$\text{直後} : y = \frac{1}{(1 + 0.0473x^{-1.61})} \quad (3.2.5)$$

$$1 \text{ 日後} : y = \frac{1}{(1 + 0.307x^{-1.17})} \quad (3.2.6)$$

$$2 \text{ 日後} : y = \frac{1}{(1 + 0.319x^{-1.18})} \quad (3.2.7)$$

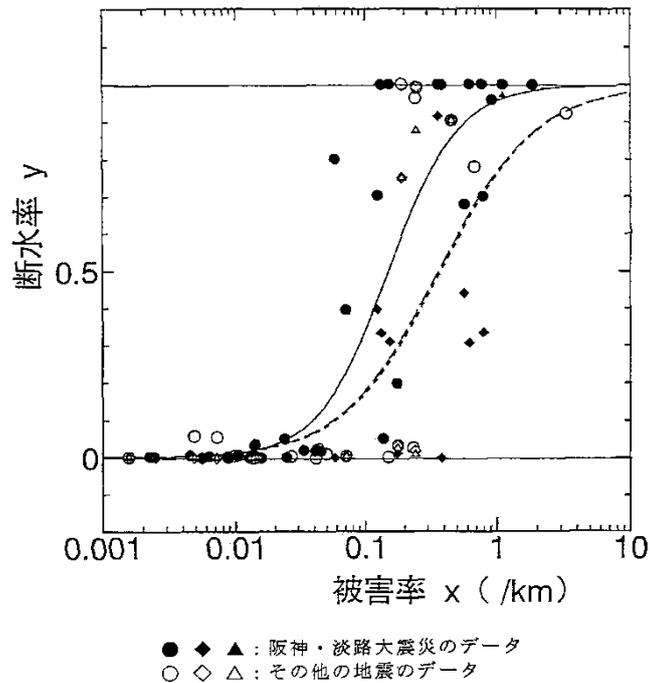


図 3.2.4 断水率と配水管被害率の関係 (川上 : 1996²⁾)

○能島の方法^{3,4}

能島ら(2003)による供給系ライフラインの地震時機能評価モデルを、東日本大震災を踏まえてパラメータの見直しを行った能島ら(2012)を用いる (図3.2.5)。

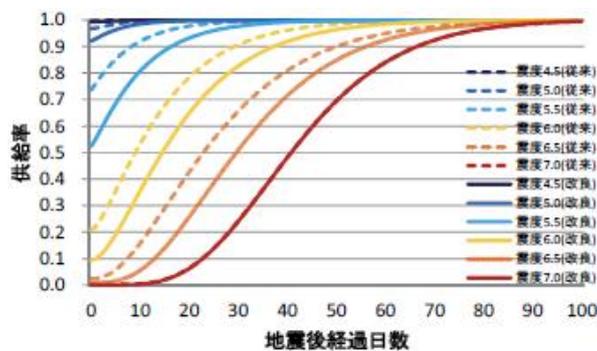


図 3.2.5 計測震度による供給率曲線の予測モデル (上水道)⁴

3.3 下水道被害

3.3.1 徳島県内の現況

徳島県の下水道処理人口は、平成24年度時点で127,971人（普及率16.3%）である。

下水道の処理に関する施設は、多岐に渡るが、地震による被害の多くは下水道管路で生じるので、これを主対象とする。ただし、東日本大震災では、津波浸水や停電による処理場等の機能停止による機能支障の事例も見られたことから、処理場についても検討する。

各市町村より管路データの提供を受け、管種管径別延長データを構築した。

表3.3.1 各市町村における下水道の現況

市町村名	下水処理人口(人)	管路延長(km)	普及率(%)
徳島市	78,041	345,354	30.3
鳴門市	4,197	37,035	6.8
小松島市			
阿南市	1,905	19,668	2.5
吉野川市	20,693	168,238	46.7
阿波市			
美馬市	2,681	22,705	8.4
三好市			
勝浦町			
上勝町			
佐那河内村			
石井町			
神山町			
那賀町			
牟岐町			
美波町	1,193	12,740	15.5
海陽町	2,716	48,851	25.5
松茂町	4,429	27,185	28.6
北島町	1,476	11,630	6.6
藍住町	2,738	17,495	8.0
板野町	3,053	17,300	21.8
上板町			
つるぎ町	2,347	18,270	22.2
東みよし町	2,502	31,069	16.2
合計	127,971	777,540	16.3

1) 数値は、十の位または百の位で処理しており、合計や率が合わない場合がある。

3.3.2 想定手法

下水道の機能支障人口の推定フローを図3.3.1に示す。

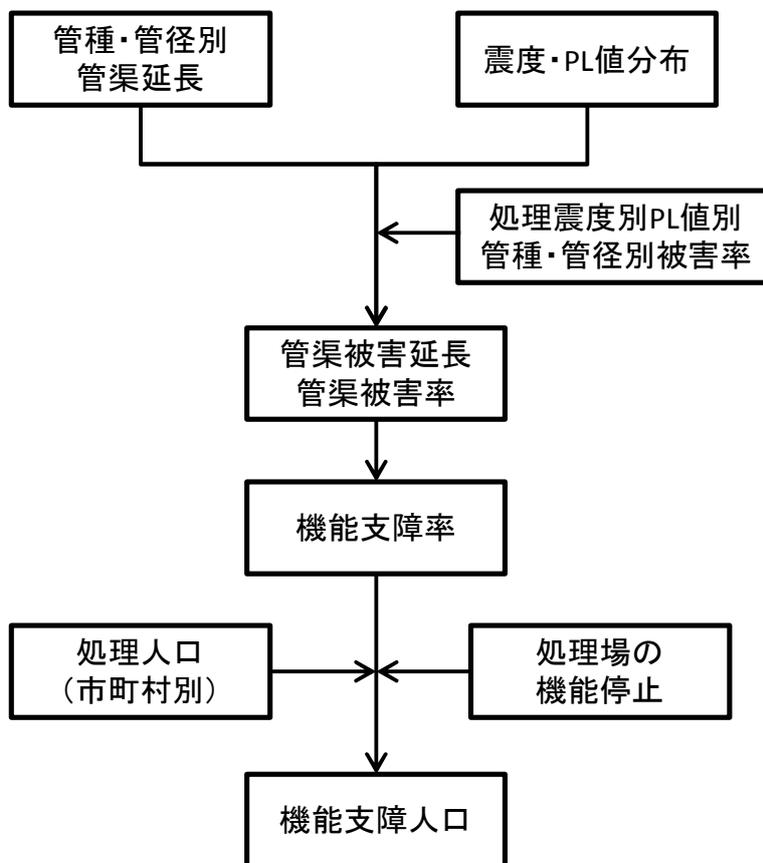


図3.3.1 下水道被害推定の全体フロー

(1) 管きよの被害

下水道管きよの被害予測フローを、**図3.3.2**に示す。2004年新潟県中越地震を踏まえ検討された、国土交通省の「大規模地震による下水道被害想定委員会(2006年)」による手法が、広く用いられており、内閣府(2013)も採用している (**表3.3.2**)。

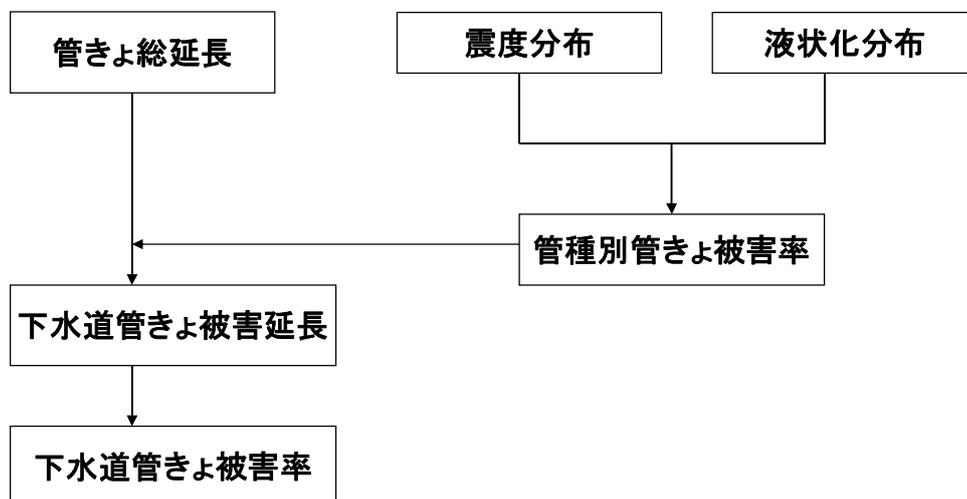


図3.3.2 下水道管きよ被害の予測フロー

表3.3.2 液状化危険度別、震度階級別、管種別の平均被害率

管種	液状化危険度	P _L 値	震度階級				
			5弱	5強	6弱	6強	7
塩ビ管 陶管	A～D	ALL	1.0%	2.3%	5.1%	11.3%	24.8%
その他の管	A	15 < P _L	0.6%	1.3%	3.0%	6.5%	14.5%
	B	5 < P _L ≤ 15	0.5%	1.0%	2.2%	4.8%	10.7%
	C	0 < P _L ≤ 5	0.4%	0.9%	2.0%	4.5%	9.8%
	D	P _L =0	0.4%	0.9%	1.9%	4.2%	9.2%

(大規模地震による下水道被害想定委員会(2006年)による)

(2) 処理場

処理場の機能損失要因として、停電、を考慮する。市町村ごとの停電率と非常用発電機の有無を基に、停電による処理場の停止期間を判定する。

下水道統計（日本下水道協会：平成 22 年度）と下水処理場ガイド 2010<データ版>等に基づいて整理した徳島県内の主な処理場と非常用発電の準備状況を表 3.3.3 に示す。

表3.3.3 徳島県内の主要下水処理場

市町村	施設名	処理人口	処理開始	発電機
旧吉野川流域	旧吉野川浄化センター	12,281	2009年	なし
徳島市	中央浄化センター	50,324	1962年	なし
徳島市	北部浄化センター	22,565	1999年	あり
吉野川市	鴨島中央浄化センター	16,583	1992年	あり
吉野川市	川田浄化センター	2,428	2004年	あり
吉野川市	川島浄化センター	1,160	2007年	あり
美馬市	穴吹浄化センター	2,230	2004年	あり
美波町	日和佐浄化センター	1,197	2005年	あり
海陽町	浅川浄化センター	983	2001年	なし
海陽町	海部浄化センター	1,040	2008年	なし
海陽町	宍喰浄化センター	782	2009年	なし
つるぎ町	貞光浄化センター	2,076	2009年	あり
東みよし町	三好浄化センター	2,377	2003年	あり
阿南市	阿南市富岡浄化センター	—	2012年	なし

注：—は記載なし

(3) 支障率と復旧予測

管路被害と処理場の機能停止から地震発生直後、1日後、1週間後、1か月後の4段階で下水道機能支障率と復旧推移を想定する。

管路被害による下水道の機能支障率は、市町村の管路被害率を下水道機能支障率とする。復旧推移については、復旧工事を行う業者は上水道と重複することが多く、近年の国内の地震災害においては上水道の復旧が優先されているため、上水道の管路被害が小さい市町村を除いて1週間後から復旧作業を開始し、内閣府(2008)に基づいて1班あたりの作業量を400m/日・班として算出する。

処理場の機能停止は、停電の影響については、非常用発電機が設置されていれば機能するものとし、非常用発電機がなく、かつ市町村の停電率が50%を越える場合に機能しないものとする。

3.4 電力被害

3.4.1 徳島県内の現況

徳島県内の現況を表 3.4.1 に示す。徳島県内の主な発電所として、阿南発電所と橘湾発電所がある（いずれも火力）。

四国電力（株）から、電柱本数、電灯軒数のデータ提供を受けた。電柱データは1本毎に座標と電灯軒数（お客様数）を与えられていたので、250mメッシュ単位に本数を集計した。

表 3.4.1 電力施設の現況データ

電灯軒数(口)	415,260
電柱本数(本)	233,803

3.4.2 想定手法

図 3.4.1 に電力の機能支障（停電軒数）の推定フローを示す。電線等被害に基づきつつも、地震発生当初は需給バランス等による要因も考慮する。

今回の内閣府資料には推定手法の詳細は記されていないので、電線等の被害推定式は、内閣府中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」（2006年）での手法を用いることとし、その概要を以下に記す。

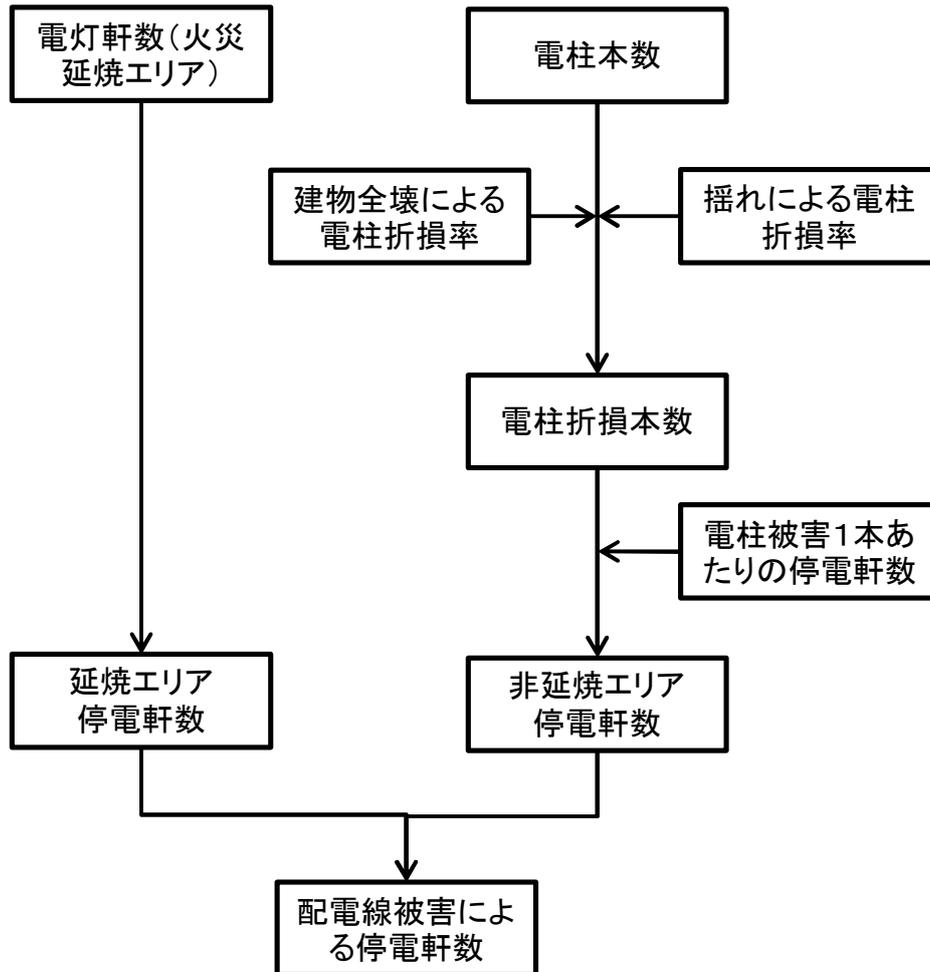


図3.4.1 停電軒数の算出フロー

(1) 電線等被害に基づく停電軒数

① 火災による被害

火災による焼失建物数から、火災による停電軒数を算出する。

② 電柱の被害

阪神・淡路大震災の実態に基づく以下の式を用いる。

- ・ 揺れによる建物倒壊による巻き込まれ

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

$$(\text{建物全壊による電柱折損率}) = 0.17155 \times (\text{木造建物全壊率}) \quad (3.4.1)$$

- ・ 揺れによる電柱折損率

$$(\text{電柱折損本数}) = (\text{揺れによる電柱折損率: 表 3.4.2}) \times (\text{電柱本数}) \quad (3.4.2)$$

表3.4.2 揺れによる電柱折損率

	揺れによる電柱折損率
震度7	0.8%
震度6強・6弱	0.056%
震度5強・5弱	0.0005%

両者の合計が、阪神・淡路大震災における被害実績（資源エネルギー庁(1996)⁵⁾）に対応する。地中設備については、架空に比べ延長が短く、損壊率も小さいため、検討対象としない。

③停電世帯数

①、②の要因による停電軒数を合計して、総停電軒数とする。

電柱被害1本当当たりの停電軒数は、徳島県の電柱1本あたりの需要家数を基に、神奈川県(2009)が阪神・淡路大震災での実績に基づいて設定した補正係数10.975を用いて算出する。

(2)需給バランス等に起因した停電軒数

地震発生直後には過去の地震災害でも、発電所の一時停止や変電所の一部施設の被害等により、広域で停電が発生する。

その後、系統切り替え等によって、速やかに回復し、(1)での要因による停電軒数に収束していく。

この要因については、揺れが大きいほど停電率が高くなるものと考えられるので、能島による震度と停電率の関係を用いる^{6,7)}（図3.4.2）。これは阪神・淡路大震災での電力の復旧推移に基づき構築されたモデルである。

ただし、東日本大震災では震度6弱以上の地域すべてが停電したことを考慮し、震度6強以上の地域については、直後は停電率100%とする。

復旧推移についても、これを基本とし、(1)の電線等の被害に基づく停電件数と復旧能力からも確認する。

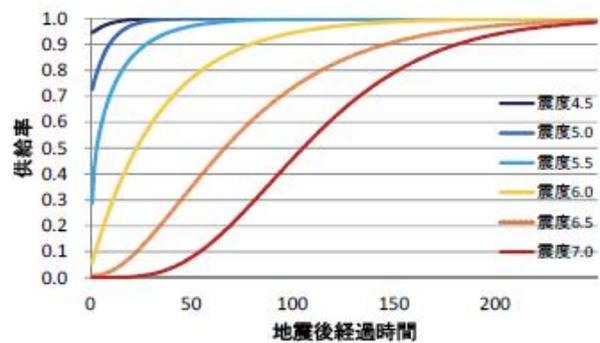


図3.4.2 能島による震度と電力復旧推移の関係

⁵⁾資源エネルギー庁編：地震に強い電気設備のために、株式会社電力新報社、1996年
⁶⁾能島暢呂・杉戸真太・鈴木康夫・石川 裕・奥村俊彦：震度情報に基づく供給系ライフラインの地震時機能リスクの二段階評価モデル、土木学会論文集、No. 724/I-62、pp. 225-238、2003年

⁷⁾能島 暢呂・加藤 宏紀：供給系ライフラインの地震時機能評価モデルの検証 ―東日本大震災の被災事例に基づく―、地域安全学会論文集、No. 18、pp. 1-11、2012年

3.5 通信被害

3.5.1 徳島県内の現況

徳島県内の情報通信サービスの利用状況を表 3.5.1 に示す。

NTT 西日本より市町村単位のアナログ電話加入契約数と電柱本数のデータ提供を受けた。電柱を建物棟数に比例させて、250m メッシュへ按分した。

表 3.5.1 通信施設の現況データ

電話加入数(一般電話)	215,837
携帯電話加入契約数	679,190

3.5.2 想定手法

a) 固定電話

電柱被害の予測手法は電力施設と同様であり、かつ通信サービスは停電の影響を強く受ける。NTT 西日本の交換所においては、非常用電源の設置等の対策も進められていると考えられるが、家庭の電話は停電によって使用できないものが多い。したがって、地震発生直後および以後の復旧過程においても、電力の停電状況を踏まえて想定する。図 3.5.1 に通信の機能支障（不通回線数）の推定フローを示す。

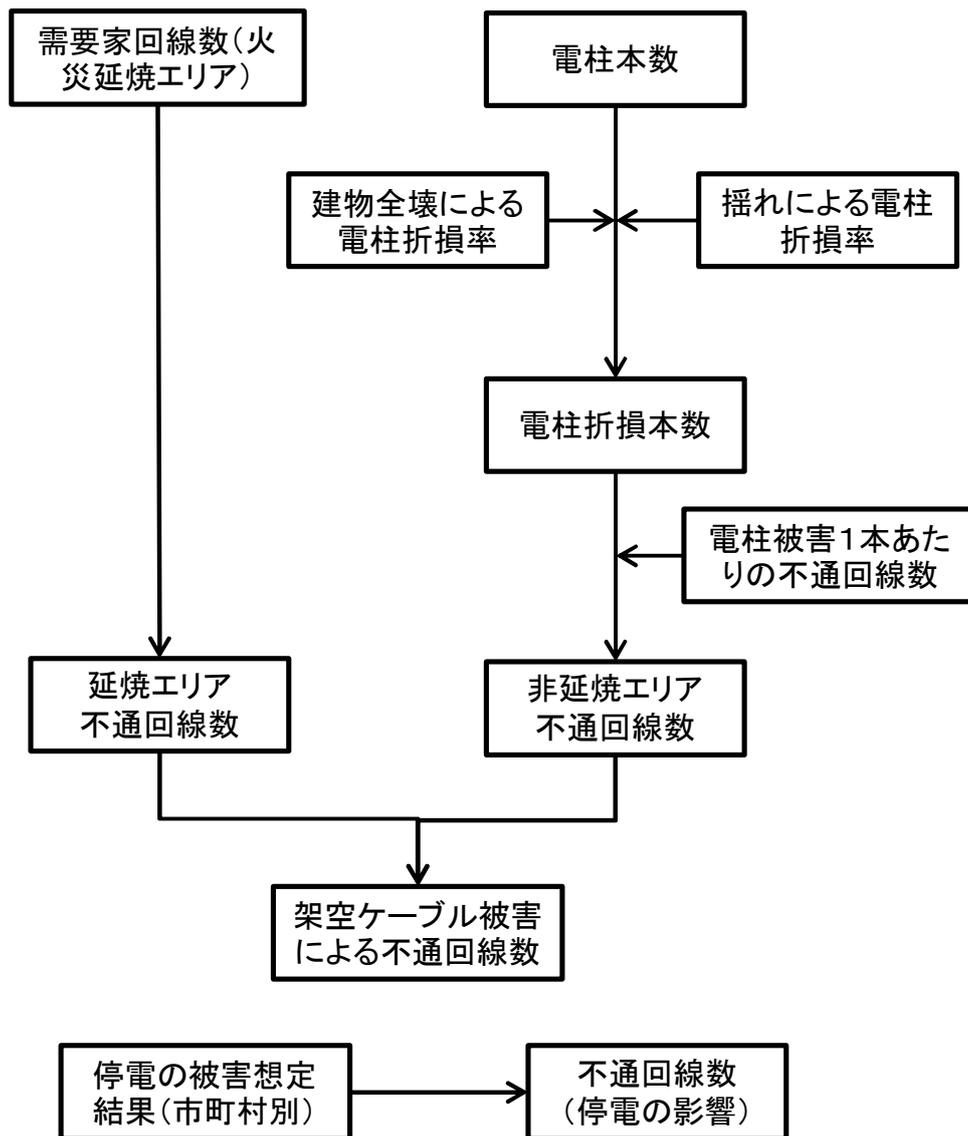


図3.5.1 不通回線数の算出フロー

(1) 電線等被害に基づく不通回線数

① 火災による被害

火災による焼失建物数から、火災による不通回線を算出する。

② 電柱の被害

平成7年阪神・淡路大震災の実態に基づく以下の式を用いる（電力と共通）。

- ・ 揺れによる建物倒壊による巻き込まれ

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

$$(\text{建物全壊による電柱折損率}) = 0.17155 \times (\text{木造建物全壊率}) \quad (3.5.1)$$

- ・ 揺れによる電柱折損率

$$(\text{電柱折損本数}) = (\text{揺れによる電柱折損率: 表 3.5.2}) \times (\text{電柱本数}) \quad (3.5.2)$$

表3.5.2 揺れによる電柱折損率

	揺れによる電柱折損率
震度 7	0.8%
震度 6 強・6 弱	0.056%
震度 5 強・5 弱	0.00005%

③不通回線世帯数

①、②の要因による不通回線数を合計して、総不通回線数とする。

電柱被害1本当たりの不通回線数は、神奈川県(2009)が阪神・淡路大震災での実績に基づいて設定した係数10.975を用いて算出する。

(2)停電に起因した不通回線数

NTT西日本の交換所においては、非常用電源の設置等の対策も進められていると考えられるが、家庭の電話は停電によって使用できないものが多い。したがって、停電中はほぼ固定電話は使用できないものと考えられる。

そこで、電力被害想定における停電軒数と同じ比率で、不通回線数も生じるものとする。なお、停電については、**3.4節**で記したとおりである。

(3)復旧推移

地震発生直後、1日後、1週間後、1か月後の4段階での復旧を予測する。

○地震発生直後・1日後

(1)の電線等被害に基づく不通回線数と、(2)の停電に起因した不通回線数のうち、大きい方の値を用いる。

○1週間後・1か月後

1週間後では電力の回復が一定程度進んでいるため、(1)の電線等被害に基づく不通回線数と復旧能力から算出する。復旧能力については、電力と同時期に復旧完了するように200班が、2(本/班・日)で活動したものとして算定する。復旧作業開始日については、2日目から作業開始として算出する。

なお、復旧オペレーションとして、どの地域から復旧するかは状況によって変わるので、徳島県全域での算出とする。

b)携帯電話

内閣府の手法の詳細が不明であり、事業者からも詳細なデータ提供を得られなかったため、「被害の様相」で定性的に記載する。

3.6 ガス被害

3.6.1 徳島県内の現況

(1) 都市ガス

徳島県内では、四国ガス株式会社が、徳島市内に供給している（表 3.6.1）。

表 3.6.1 徳島県内の都市ガス事業の現況

供給区域世帯数(戸)	需要家数	低圧管延長(km)
69,124	42,965	342

(2) LP ガス

(一社)徳島県エルピーガス協会によると、徳島県内の LP ガス利用世帯数は、約 226,000 世帯である。このように、ガス利用世帯に占める LP ガス利用世帯の割合は高いが、定量的な被害は困難であるので、「被害の様相」で定性的に記載する。

3.6.2 想定手法

(1) 都市ガス

図 3.6.1 に都市ガスの供給支障の推定フローを示す。

安全措置としての供給停止として、阪神・淡路大震災後、資源エネルギー庁により発行された「ガス地震対策検討会報告書（1996年）」において、地震発生時にはSI値が60kine以上の場合に速やかに低圧ブロックのガス供給を停止する即時供給停止判断基準（第1次緊急停止判断基準）の導入が提言され、全国の都市ガス事業者の供給停止判断基準として採用されていることから、これらに基づき、都市ガスの供給停止戸数を算出する。

復旧予測については、製造施設の被害の程度、臨時供給設備等による代替供給の可否、都市ガスの導管被害等の復旧・安全確認状況を考慮し、算出する。

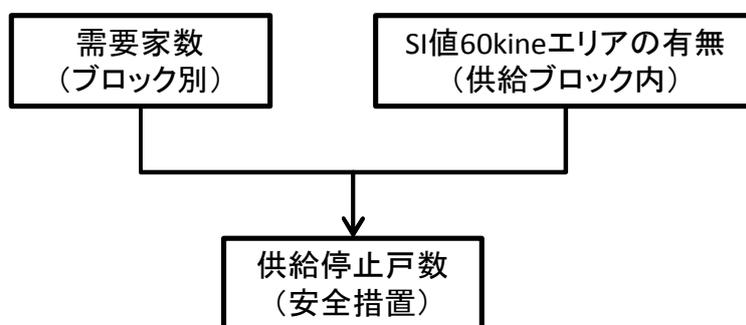


図3.6.1 都市ガスの供給停止戸数の推定フロー（内閣府(2013)を修正）

4. 交通施設被害想定の推計手法

4.1 概要

図4.1.1に示すように、交通施設被害として、「1. 道路施設被害」、「2. 鉄道施設被害」、「3. 港湾施設被害」を想定する。空港施設については、定性的な評価となるので、「被害の様相」で記述する。

想定手法は、内閣府(2013)を基本とする。

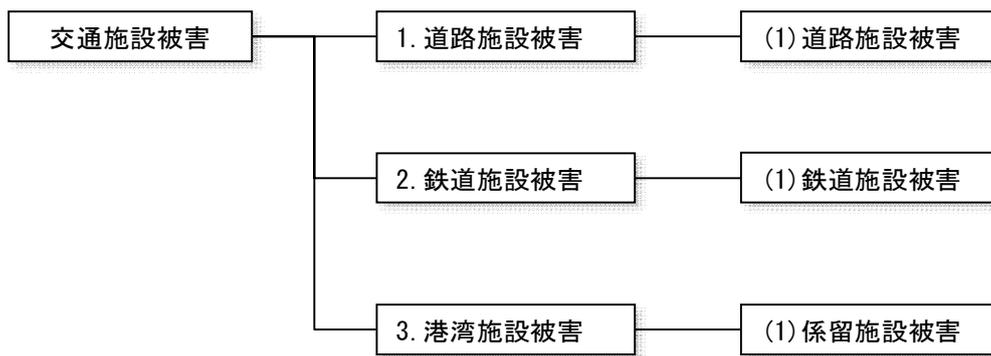


図4.1.1 交通施設被害の想定項目

4.2 道路施設

道路施設被害は、揺れによる被害を想定する。

4.2.1 徳島県内の現況

(1) 一般道路及び高規格幹線道路

徳島県内の道路現況について、表 4.2.1 に示す。

総延長は、約 15,000 km である。

表4.2.1 道路延長

種別	区分	路線数	延長 (km)
一般道路 (*1)	一般国道	13	720
	県道	202	1,770
	市町村道	31,372	12,410
	計	31,587	14,900
高規格 幹線道路 (*2)	徳島自動車道	—	90
	四国横断自動車道	—	20
	神戸淡路鳴門自動車道	—	10
	計	—	120
合計		—	15,020

- 1) 徳島県ホームページ「道路整備の現状」より
- 2) 供用延長のうち、県域内の路線延長
- 3) 数値は十の位で処理しており、合計が合わない場合がある。

(2) 緊急輸送道路

緊急輸送道路は、徳島県「緊急輸送道路ネットワーク計画図（平成 24 年 5 月）」で、発災時に確保すべき第 1 次、第 2 次、第 3 次路線が指定されている。

路線図と路線延長を、図 4.2.1 と表 4.2.2 に示す。

表4.2.2 緊急輸送道路延長

区分	路線数	延長 (km)
第 1 次	32	450
第 2 次	46	390
第 3 次	15	290
計	92	1,130

- 1) 数値は十の位で処理しており、合計が合わない場合がある。

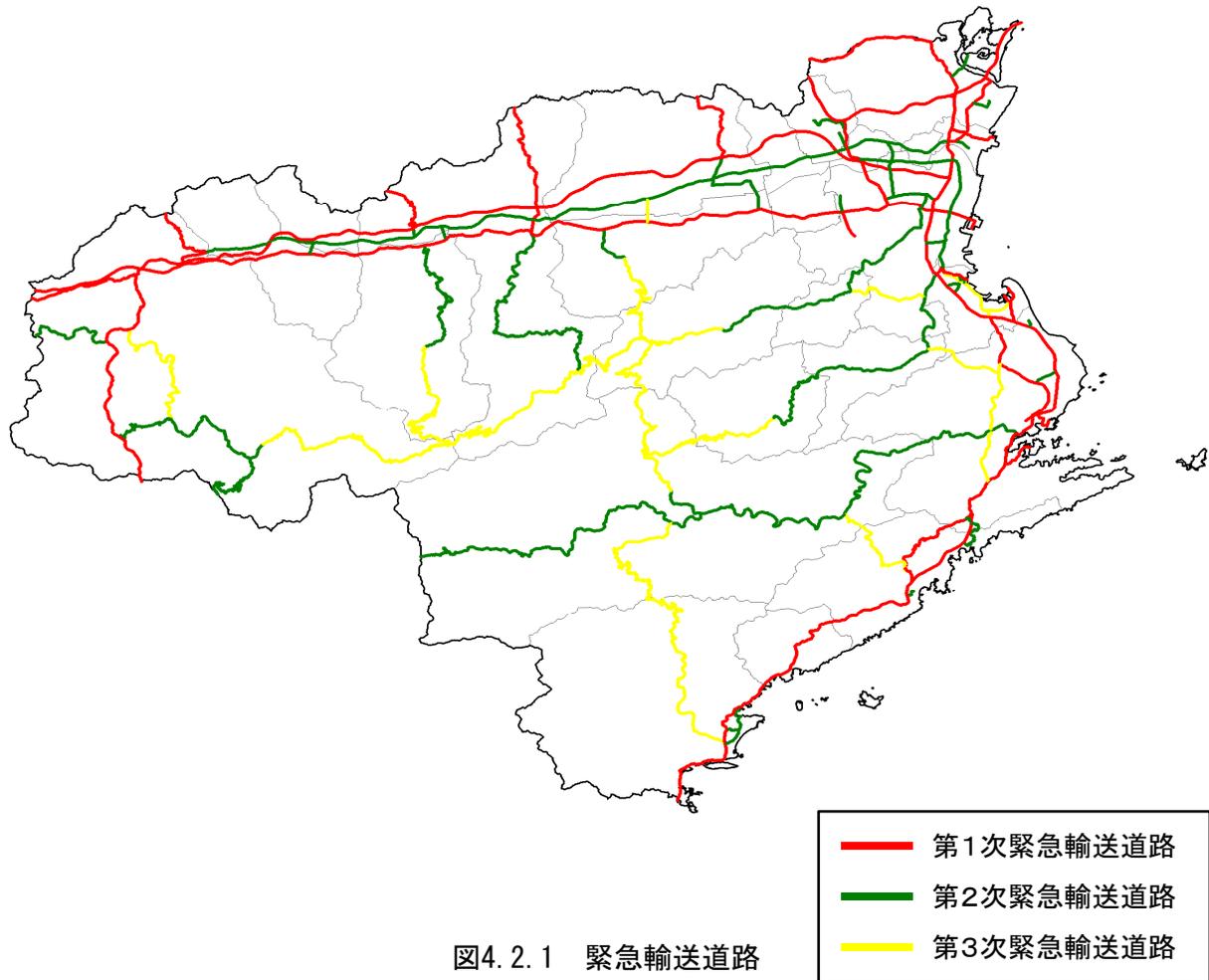


図4.2.1 緊急輸送道路

4.2.2 対象とする施設

道路施設被害は、一般道路（直轄国道、補助国道、県道、市町村道）及び高規格幹線道路について想定した。

4.2.3 想定手法

道路施設被害は、内閣府(2013)の想定手法を用いて、揺れに対する被害について想定する。

図4.2.2に、被害の想定フローを示す。

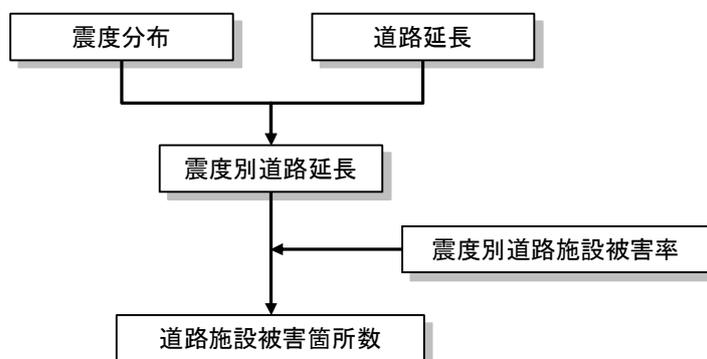


図4.2.2 揺れによる道路被害の想定フロー

緊急輸送道路を含む全路線延長については、県内道路延長をもとに、国土交通省国土政策局の「国土数値情報 道路密度・道路延長メッシュ」データ(1kmメッシュ)を用い、250mメッシュに等配分し、メッシュ毎に集計した。

(道路施設被害箇所数 [箇所])

$$= (\text{震度別道路延長 [km]}) \times (\text{震度別道路施設被害率 [箇所/km]})$$

震度別道路施設被害率：表4.2.3参照

表4.2.3 震度別道路施設被害率

(高速道路・直轄国道)		(補助国道・都府県道・市町村道)	
震度	道路施設被害率	震度	道路施設被害率
震度4以下	—	震度4以下	—
震度5弱	0.035	震度5弱	0.016
震度5強	0.11	震度5強	0.049
震度6弱	0.16	震度6弱	0.071
震度6強	0.17	震度6強	0.076
震度7	0.48	震度7	0.21

(内閣府(2013))

4.3 鉄道施設

鉄道施設被害は、揺れによる被害を想定する。

4.3.1 対象とする路線

鉄道施設被害については、徳島県内の在来線を対象とした。路線図を、**図4.3.1**に示す。

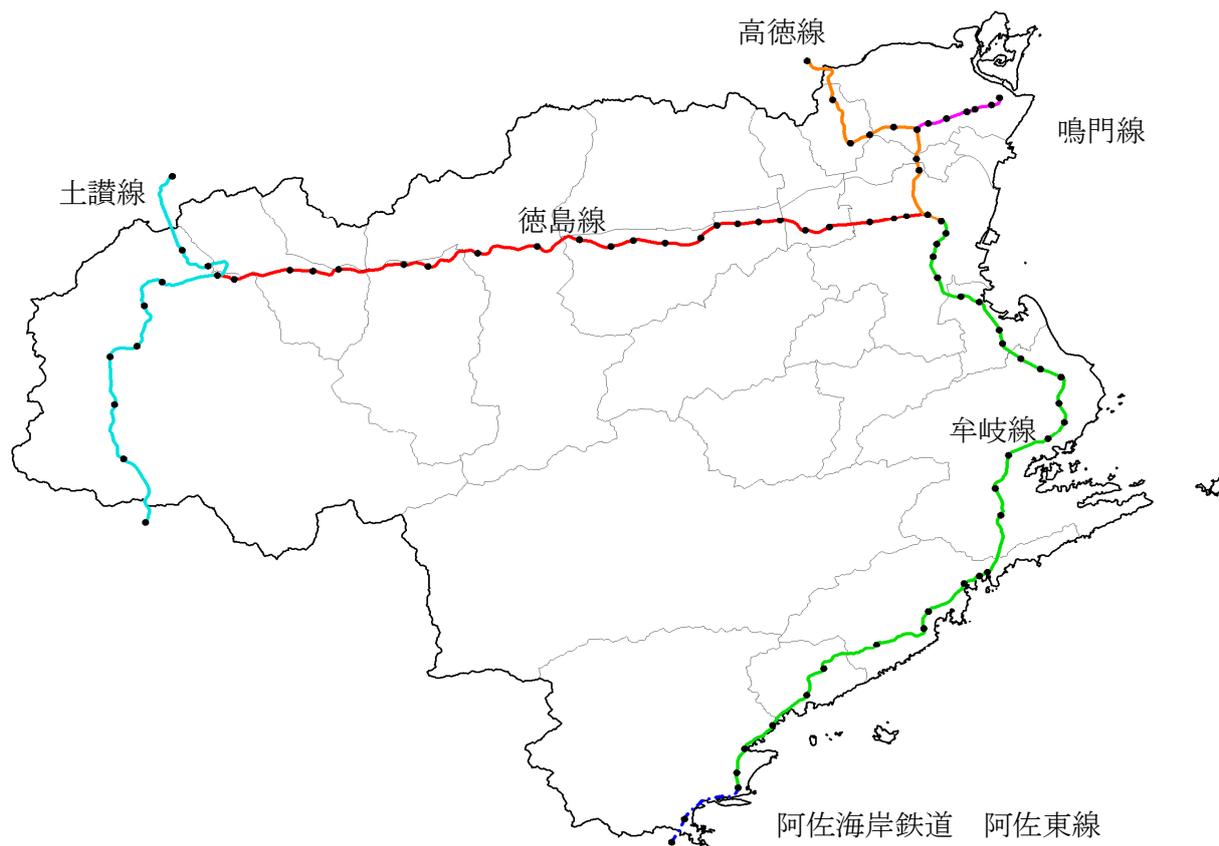


図4.3.1 鉄道路線

4.3.2 想定手法

鉄道施設被害は、内閣府(2013)の想定手法を用いて、揺れに対する被害について想定する。

図4.3.2に、被害の想定フローを示す。

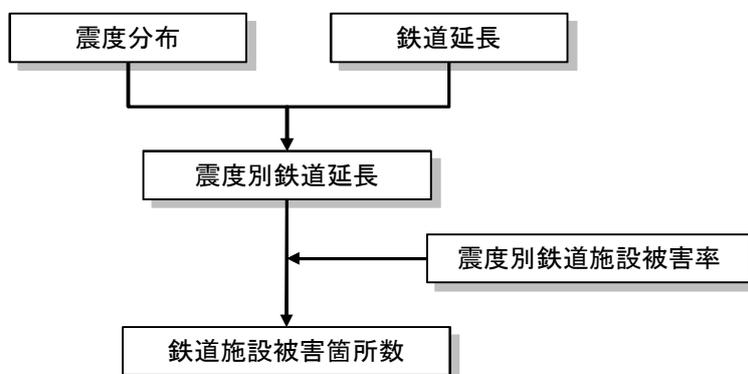


図4.3.2 揺れによる鉄道施設被害の想定フロー

(鉄道施設被害箇所数 [箇所])

= (震度別鉄道延長 [km]) × (震度別鉄道施設被害率 [箇所/km])

震度別鉄道施設被害率：表4.3.1参照

表4.3.1 震度別鉄道施設被害率

震度	在来線等被害率
震度5弱	0.26
震度5強	1.01
震度6弱	2.03
震度6強以上	2.8

(内閣府(2013))

4.4 港湾施設

港湾施設被害は、揺れによる被害を想定する。

4.4.1 対象とする施設

対象とする13港湾の係留施設の数を表4.4.1に示す。

表4.4.1 被害予測の対象とする13港湾の係留施設の数と防波堤延長

種別	港名	係留施設		
		岸壁	その他係留施設	合計
重要港湾	徳島小松島港 (徳島地区)	24	32	56
	徳島小松島港 (小松島地区)	13	48	61
	橘港	19	19	38
地方港湾	折野港	0	6	6
	亀浦港	4	2	6
	撫養港	0	18	18
	栗津港	5	0	5
	今切港	3	24	27
	中島港	3	5	8
	富岡港	6	22	28
	日和佐港	1	12	13
	浅川港	0	18	18
	那佐港	0	1	1
合計		78	207	285

4.4.2 想定手法

図 4.4.1 に示す流れで被害を想定する。地震発生に伴い復旧に長期間を要する係留施設の箇所数を算出する。

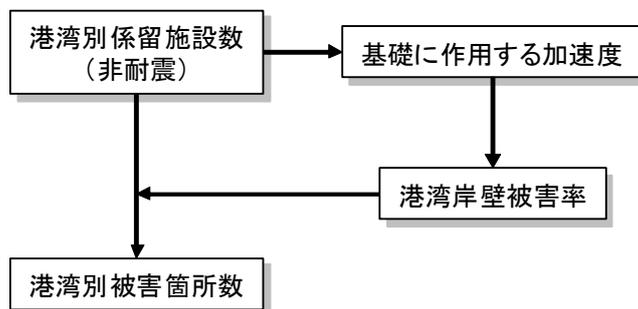


図4.4.1 揺れによる港湾施設の被害予測手順

揺れによる被害箇所数は次式で求める。

$$\text{係留施設の被害箇所数} = \text{係留施設数(非耐震)} \times \text{港湾岸壁被害率} \quad (4.4.1)$$

港湾岸壁被害率としては、図4.4.2に示すように、ICHII(2004)による工学的基盤の加速度 (cm/s^2) と被害率の関係をを用いる。

$$F(a) = \Phi\left(\frac{\ln(a/c)}{\zeta}\right) \quad (4.4.2)$$

$\Phi()$: 累積分布関数

a : 工学的基盤での最大加速度 (cm/s^2)

c, ζ : 定数 (Level-IIIでは $c=414.8$ 、 $\zeta=0.45$)

図 4.4.2 は、阪神・淡路大震災における神戸港及び釧路沖地震における釧路港の被害実態を元に作成されたもので、近年、港湾施設(岸壁)を対象とした地震被害予測の被害率として用いられている手法である。なお、図に併示した被害率のうち、港湾岸壁がほぼ崩壊かつ復旧に長期間を要する場合 (Level-III) の港湾岸壁被害率を用いる。

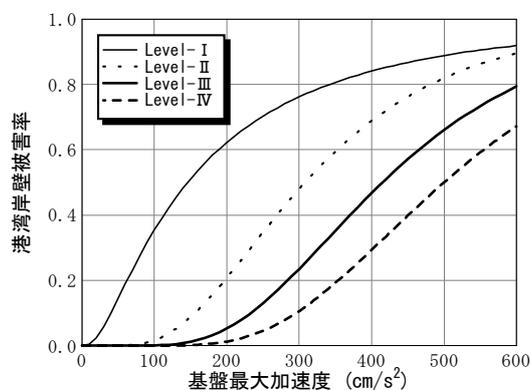


図4.4.2 港湾岸壁被害率の累積分布関数 (ICHII, 2004による)

5. 生活支障等の想定の推計手法

5.1 概要

図5.1.1に示すように、災害時に発生する生活支障として、「(1)避難者」、「(2)帰宅困難者」、「(3)医療機能」、「(4)災害廃棄物」、「(5)住機能支障」、「(6)エレベーター閉じ込め」、「(7)災害時要援護者」、「(8)文化財」、「(9)孤立集落」を想定する。

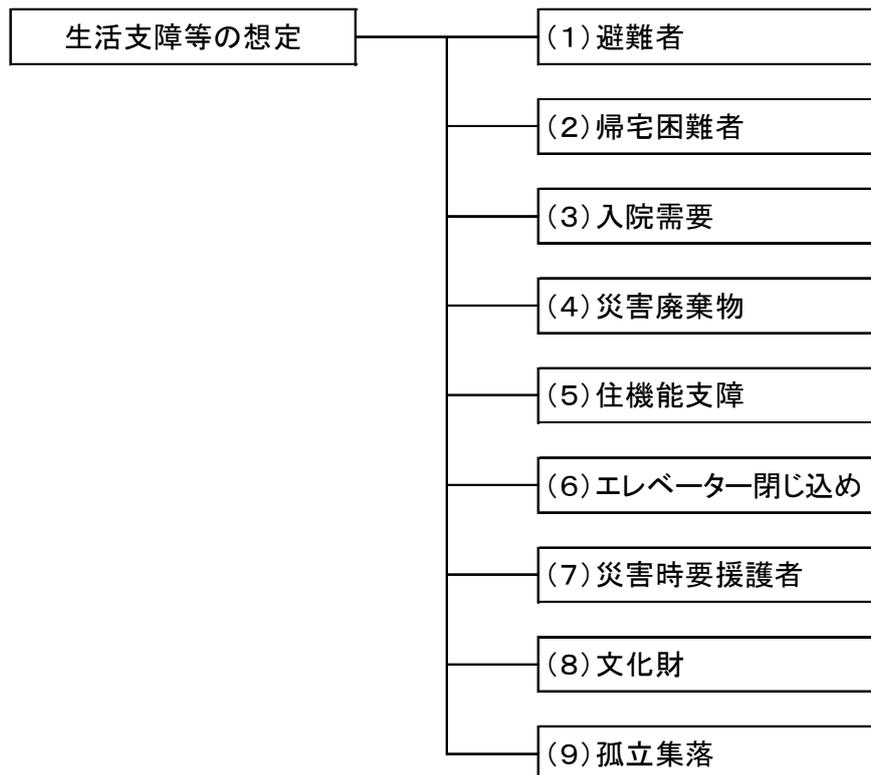


図5.1.1 生活支障の想定項目

5.2 避難者数の想定

5.2.1 想定手法

建物被害及びライフライン被害による避難者数の想定フローを**図 5.2.2**に示す。

避難率や生活困窮度は、過去の事例に基づき設定される。東京都(1997)では阪神淡路大震災での実績に基づき設定され、これに基づいて以降の内閣府の想定は行われてきた。東日本大震災の際に、内閣府(2013)により浸水域内外で分けると共に、比率を見直した手法が示され、平成25年の徳島県南海トラフ巨大地震被害想定でも用いた。今回も内閣府(2013)を用いるが、津波浸水は生じないので、津波浸水区域外の式を用いる。

建物被害及びライフライン被害による避難者数の想定フローを**図 5.2.2** および**式(5.2.1)～式(5.2.3)**に示す。ライフラインの復旧程度を表す指標としては、上水道の断水率(3.2節)を用いる。

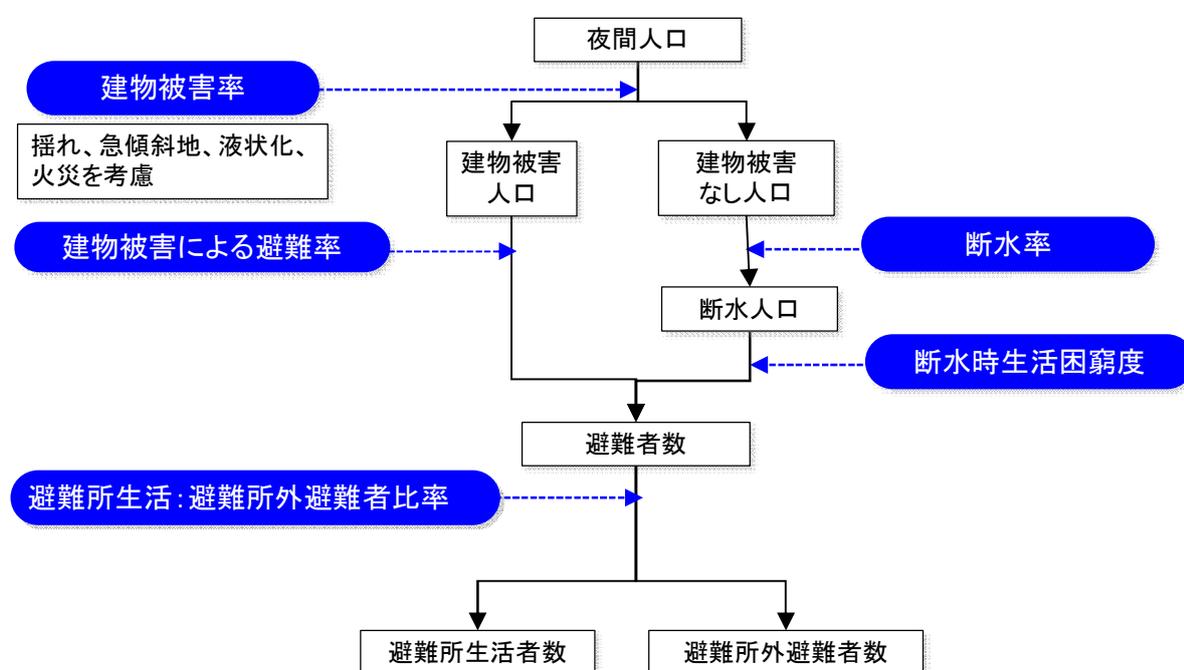


図5.2.2 避難者数の想定フロー

$$(\text{避難者数}) = (\text{建物被害による避難者数}) + (\text{断水による避難者数}) \quad (5.2.1)$$

$$(\text{建物被害による避難者数}) = (\text{建物被害人口}) \times (\text{建物被害による避難率 : 表 5.2.1}) \quad (5.2.2)$$

$$(\text{断水による避難者数}) = (\text{断水人口}) \times (\text{断水時生活困窮度 : 表 5.2.2}) \quad (5.2.3)$$

(断水人口) : 自宅建物被害による避難者を除く断水世帯人員

建物被害による避難率、断水時生活困窮度、避難所生活者と避難所外避難者数の比率は内閣府(2013)を用いる(表5.2.1～表5.2.3)。

表5.2.1 建物被害による避難率

	全壊・焼失	半壊
内閣府(2013)	100%	13.0%

表5.2.2 断水時生活困窮度

	当日・1日後	1週間後	1か月後
内閣府(2013)	0%	25%	90%

表5.2.3 避難所生活・避難所外避難者比率

	当日・1日後	1週間後	1か月後
内閣府(2013)	60:40	50:50	30:70

5.3 帰宅困難者数の想定

帰宅困難者計算に際して必要となる、市町村間あるいは市町村内の人の動きに関するデータとして、徳島県内については「平成 22 年国勢調査 従業地・通学地による人口・産業等集計」と「第 2 回徳島都市圏パーソントリップ調査(平成 12 年)」の 2 種類のデータがある。

これらのデータの特徴を表 5.3.1 に比較して示す。

表 5.3.1 国勢調査データとパーソントリップ調査データの比較

	平成 22 年国勢調査 従業地・通学地による人口・産業等集計		第 2 回 徳島都市圏 パーソントリップ調査(平成 12 年)	
データの 新しさ	○	平成 22 年	△	平成 12 年
対象とする 移動目的	△	従業・通学のみ (買い物客・観光客等のデータがない)	○	従業・通学に加え、 買い物客・観光客等のデータがある
データ範囲	○	県内 全市町村	△	一部の市町村のみ(図 5.3.1)
データ単位	△	市町村単位(=市町村内の移動者に関する帰宅困難者数が計算不可)	○	ゾーン単位(=市町村内の移動者に関する帰宅困難者数が計算可)



図 5.3.1 パーソントリップ調査対象範囲

上記を踏まえ、以下の3つの合計値として帰宅困難者を推計する。

- (A) 国勢調査データを基に算出した、市町村間の従業・通学者に関する帰宅困難者
 (B) パーソントリップデータを基に算出した、同一市町村内の従業・通学者に関する帰宅困難者
 (C) パーソントリップデータを基に算出した、買い物客・観光客等に関する帰宅困難者

県全域を対象可能でかつ近年のデータである国勢調査データをベースとし、国勢調査データで算出できない (B) と (C) については、パーソントリップ調査を基に加算するものである。加算する項目は、特に徳島市で比率が高くなると考えられることから、両データを補完する方法と考えられる。

以上を基にした、帰宅困難者の想定フローを図 5.3.2 に示す。

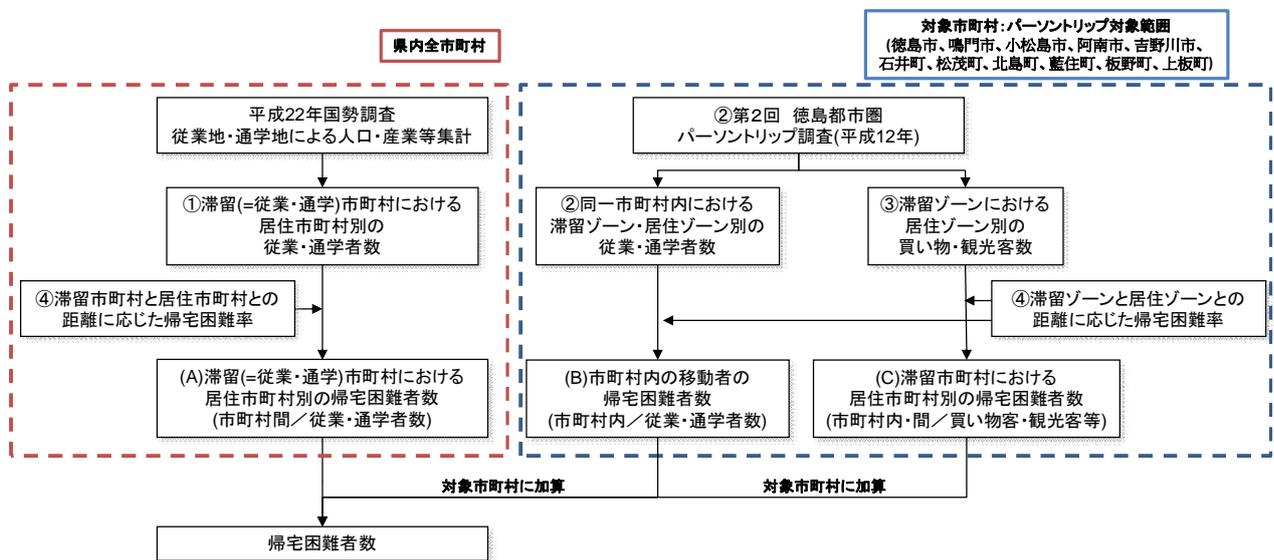


図5.3.2 帰宅困難者推計の想定フロー

ここで、①～④は以下を用いる。

① 居住市町村別の従業・通学者数

「平成 22 年国勢調査 従業地・通学地による人口・産業等集計」における「従業地・通学地による常住市区町村，男女別 15 歳以上就業者数及び 15 歳以上通学者数」を基に、滞留地(従業・通学地)における居住市町村別の従業・通学者数を求める^[1]。

②同一市町村内における滞留ゾーン・居住ゾーン別の従業・通学者数

③滞留ゾーンにおける居住ゾーン別の買い物・観光客数

「第 2 回 徳島都市圏パーソントリップ調査(平成 12 年)」を基に求める。但し、同調査で対象としている市町村は、現在の徳島県の 5 市 6 町(徳島市、鳴門市、小松島市、阿南市、吉野川市、石井町、松茂町、北島町、藍住町、板野町、上板町)である。

④ 帰宅困難率

内閣府(2013)の手法に基づき、昭和53年宮城県沖地震における実績を基に設定された従来の帰宅困難率(図5.3.3)と、東日本大震災発災当日における実績を基に設定された新しい帰宅困難率(図5.3.4)の双方で計算し、幅を持たせた推定結果とする。

従来の帰宅困難率： 帰宅距離 10km 以内の人は全員が帰宅可能
 20km 以上の人は全員が帰宅困難
 その間は 1km 長くなるごとに帰宅可能率が 10% ずつ低減
 新しい帰宅困難率： (帰宅困難率%) = (0.0218 × 外出距離 km) × 100

この帰宅困難率について、国勢調査データについては市町村単位で、パーソントリップ調査データについてはゾーン単位で算出する。

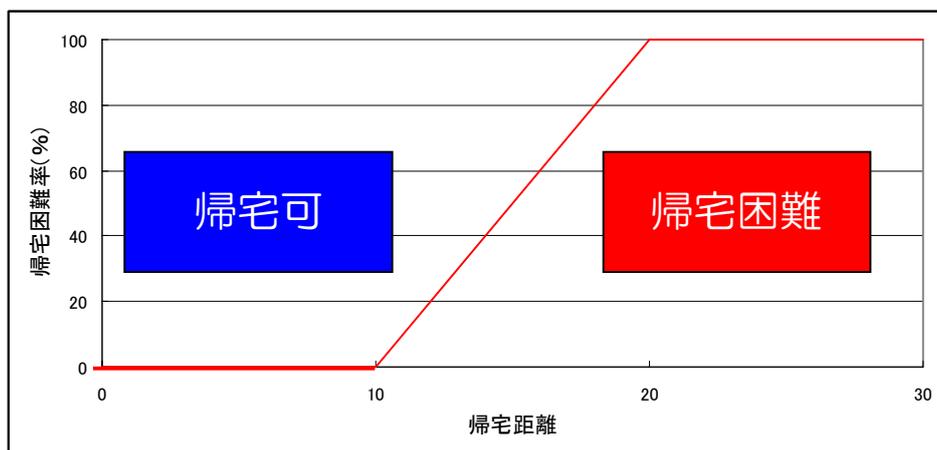


図 5.3.3 従来の帰宅困難率

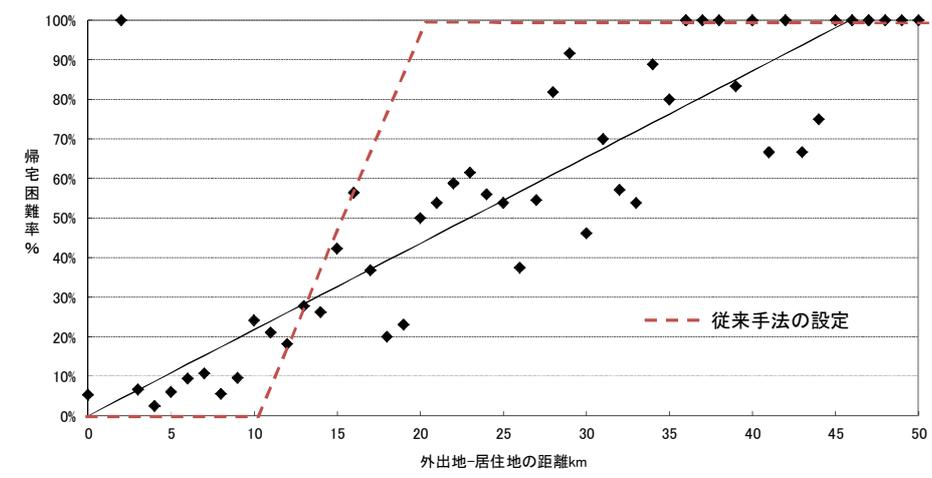


図 5.3.4 東日本大震災発災当日における外出距離別の帰宅困難率

5.4 入院需要の想定

内閣府（2013）^[1]の手法に基づき、医療機能支障における入院需要として、(1)要転院患者数、(2)新規入院需要発生量、の2つについて推計を行う。

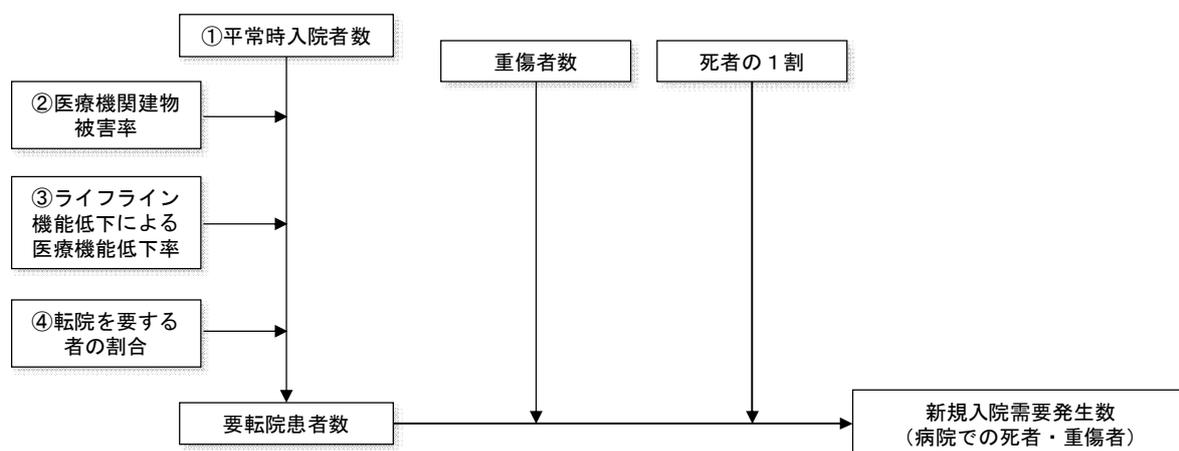


図 5.4.1 医療機能支障の想定フロー

(1) 要転院患者数

$$\begin{aligned} \text{(要転院患者数)} &= \text{(①平常時入院患者数)} \times \text{(②医療機関建物被害率)} \\ &\quad \times \text{(③ライフライン機能低下による医療機能低下率)} \\ &\quad \times \text{(④転院を要する者の割合)} \end{aligned}$$

ここで①～④は以下を用いる。

①平常時入院患者数

$$\text{(平常時入院患者数)} = \text{(病床数)} \times (1 - \text{空床率})$$

病床数は「厚生労働省 平成 23 年医療施設調査」のデータを、病床利用率は「厚生労働省 平成 23 年病院報告」のデータを用いる。

②医療機関建物被害率

市町村別建物被害率を用いる。

③ライフライン機能低下による医療機能低下率

内閣府（2013）では、阪神・淡路大震災の事例データを基に、断水あるいは停電した場合、震度 6 強以上地域では医療機能の 60%が、それ以外の地域では 30%がダウンするとしている。

④転院を要する者の割合

転院を要する者の割合は 50%と設定する。

(2) 新規入院需要発生量

$$\text{(入院需要)} = \text{(重傷者数)} + \text{(死者数} \times 0.1) + \text{(要転院患者数 : (1))}$$

5.5 災害廃棄物量の想定

平成 25 年度の徳島県南海トラフ巨大地震被害想定では、内閣府(2013)の方法を用いて算定した。その後、環境省が災害廃棄物対策指針^{*}を作成・公表しており、災害廃棄物処理計画を策定する際には、この指針によって算定する必要がある。そのため、本想定でも指針に基づき算定することとし、具体的にはその技術資料 1-11-1-1 に示されている災害廃棄物等の発生量の推計方法に基づき算定する。その概要を以下に記す。

※環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部：災害廃棄物対策指針、平成 26 年 3 月

$$(\text{災害廃棄物発生量(トン)}) = (\text{全壊棟数} + \text{焼失棟数}) \times \text{①発生原単位} \quad (5.5.1)$$

① 発生原単位

全壊：161 トン/棟

半壊：32 トン/棟

この値は、津波被害を伴わない都市部における直下型地震の発生原単位である。これは、内閣府(2013)の首都直下地震の被害想定から算定したものである。阪神淡路大震災では、150 トン/棟である。

(参考)

上記は、首都直下地震での原単位であり、南海トラフ巨大地震での発生原単位は下記の通りである。

全壊：117 トン/棟

半壊：23 トン/棟

床上浸水：4.60 トン/世帯

床下浸水：0.62 トン/世帯

環境省の技術資料では、南海トラフ巨大地震、首都直下地震の 2 ケースについて、発生原単位を示している。中央構造線断層帯による地震では、大規模な津波被害を伴わないので、首都直下地震での原単位を用いる。

さらに、技術資料には、廃棄物としての処理方法の違いを考慮して、可燃物、不燃物、コンクリートがら、金属くず、柱角材の種類別に災害廃棄物量を算出する手順も示されているので、これについても算出する。表に示す割合を全廃棄物量に乗じて算定する。揺れ、液状化は既往文献の発生原単位に首都圏の建物特性を加味して設定したもので、火災についても既往文献の発生原単位に基づくものである。

表5.5.1 種類別の割合

項目	揺れ、液状化	火災	
		木造	非木造
可燃物	8%	0.1%	0.1%
不燃物	28%	65%	20%
コンクリートがら	58%	31%	76%
金属	3%	4%	4%
柱角材	3%	0%	0%

5.6 住機能支障の想定

内閣府(2013)の想定には含まれていないが、地震対策上重要な項目であるので、徳島県平成16年度被害想定に基づき算定する。住機能支障として仮設住宅の必要世帯数を対象とする。平成16年度想定では、愛知県(2003)の式を用いているが、東日本大震災における実態に基づいて比率の見直しを検討する。

愛知県(2003)では、阪神・淡路大震災の実績を基に、必要な応急仮設住宅世帯数を次式により算定している。

$$(\text{必要応急仮設住宅世帯数}) = (\text{全壊・焼失世帯数}) \times 0.27 \quad (5.6.1)$$

この係数0.27は、阪神・淡路大震災での実績であるが、今回は東日本大震災における値を用いる。内閣府「平成24年度 年次経済財政報告」に基づくと、全壊戸数と仮設住宅戸数の関係は、下式となる。

$$\text{仮設住宅完成戸数}(13,984) / \text{全壊戸数}(20,189) = 0.69 \quad (\text{岩手県})$$

$$\text{仮設住宅完成戸数}(22,095) / \text{全壊戸数}(84,940) = 0.26 \quad (\text{宮城県})$$

以上より、式(5.6.1)の係数を2県の平均の0.5に変更した次式を用いて、必要な仮設住宅戸数を算出する。

$$(\text{必要応急仮設住宅世帯数}) = (\text{全壊・焼失世帯数}) \times 0.5 \quad (5.6.2)$$

【熊本地震の場合】

仮設住宅戸数 (11/14) 4,303/全壊棟数 (8,359 : 128 報) =0.515、罹災証明交付数なら 9,942 全建物棟数 804,300、全住宅戸数 665,000、全世帯数 708,227 と似たような数字なので、特に棟数と戸数の換算をしなければ、およそ南海トラフの想定で用いた数字とほぼ同じ大きさとなる。

見なし仮設は、熊本市では多くを用意でき、仮設建設は少ない。

		全壊	大規模半壊	半壊	仮設建設	見なし仮設	全壊/仮設 戸数
兵庫県南部地 震	兵庫県	104,004		136,952	48,300	2,001	48.4%
東日本大震災	岩手県	19,540		6,570	13,984	4,539	94.8%
東日本大震災	宮城県	83,136		155,129	22,095	27,164	59.3%
東日本大震災	茨城県	2,629		24,374	1,110		42.2%
熊本地震	熊本市	5,669	8,795	35,798	527	9,625	70.2%

兵庫県南部地震による兵庫県の全半壊棟数 https://web.pref.hyogo.lg.jp/kk42/pa20_00000015.html

兵庫県の仮設住宅戸数 https://web.pref.hyogo.lg.jp/kk41/wd33_000000143.html

東日本大震災における各県の全半壊棟数（警察の広報資料）

<https://www.npa.go.jp/news/other/earthquake2011/pdf/higaijokyo.pdf>

岩手の仮設住宅戸数（最大値） <http://www.pref.iwate.jp/saiken/sumai/023870.html>

宮城の仮設住宅戸数（H24.3） <https://www.pref.miyagi.jp/site/ej-earthquake/nyukyo-jokyo.html>

報道での茨城の入居世帯数 <https://mainichi.jp/articles/20160303/dtl/k08/040/095000c>

熊本市の全半壊棟数

http://www.city.kumamoto.jp/hpKiji/pub/detail.aspx?c_id=5&id=15719&class_set_id=2&class_id=2441

熊本市の仮設住宅戸数 http://janet-dr.com/07_event/170415sympo/170415poster/170414_poster_all.pdf

5.7 エレベーター閉じ込め

内閣府(2013)に基づき、「(A)管制運転中の安全装置作動に伴う閉じ込め」、「(B)揺れによる故障に伴う閉じ込め」、「(C)停電に伴う閉じ込め」の3つの被害事象を取り扱う。

想定フロー図を図5.7.1に示す。

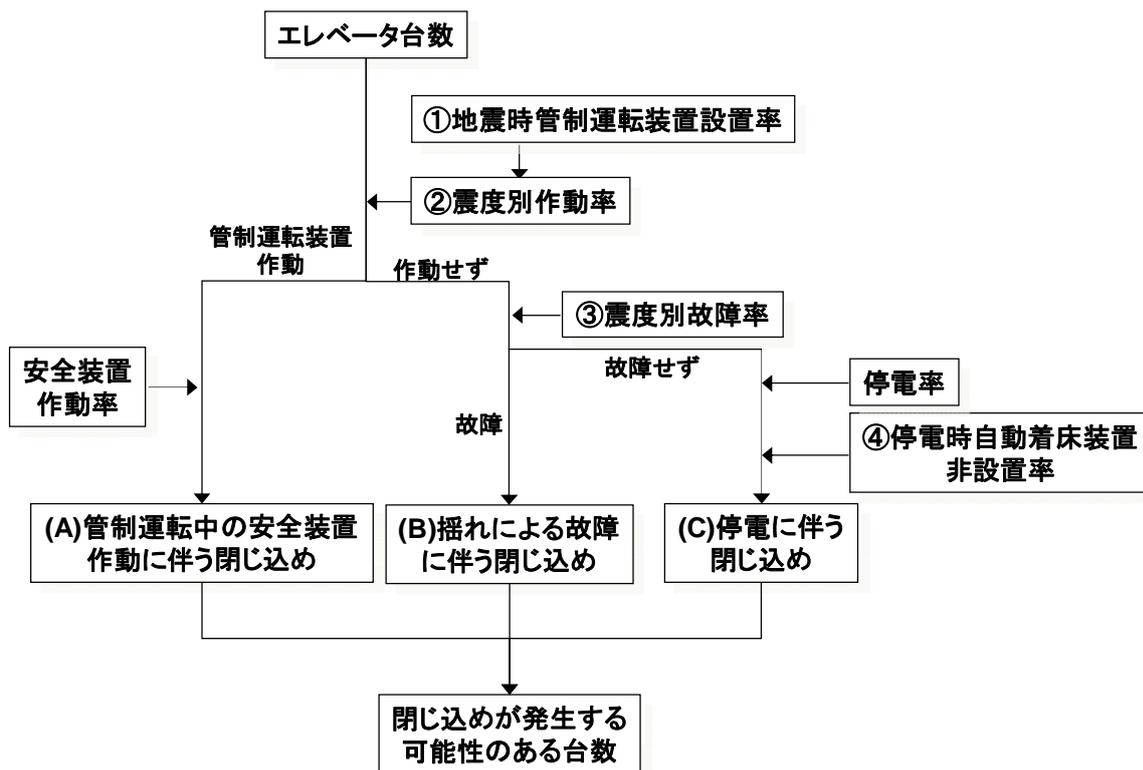


図5.7.1 エレベーター閉じ込め台数の被害想定フロー図

ここで、①～④として以下の数字を用いる。

① 地震時管制運転装置設置率

(一社)日本エレベーター協会による調査資料(「千葉県北西部を震源とする地震におけるエレベーターの停止・閉じ込め状況について」, 2005年)を基に63.77%とする。

② 震度別作動率

千葉県北西部地震、福岡県西方沖地震の計測震度別の被害状況を参考に、計測震度 I による作動率 P を以下のように設定する。

$$P = \begin{cases} 1 & (6.0 \leq I) \\ (I - 2.5)/3.5 & (2.5 \leq I < 6.0) \\ 0 & (I < 2.5) \end{cases} \quad (5.7.1)$$

I : 震度

③ 震度別故障率

東京消防庁が設定した以下の値を用いる。

表5.7.1 震度別不動作率

震度	不動作率
7	24%
6 強	22%
6 弱	15%
5 強	8%
5 弱	1%

(出典)「地震発生時における人命危険要因の解明と対策」火災予防協議会・消防庁(2003年)

④ 停電時自動着床装置非設置率

停電エリアのエレベータは電力供給途絶によって停止するが、停電時自動着床装置が設置されている場合は、停電しても最寄り階で停止してドアが開放されるため、閉じ込めを回避できる。

この停電時自動着床装置の非設置率は中央防災会議の中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定手法(2007年)に示された値である 68.4%を用いる。

5.8 災害時要援護者

内閣府(2013)に基づき、災害時要援護者の人口比率と避難所避難者数より、避難所に避難する災害時要援護者数を算出する。想定フロー図を図5.8.1に示す。

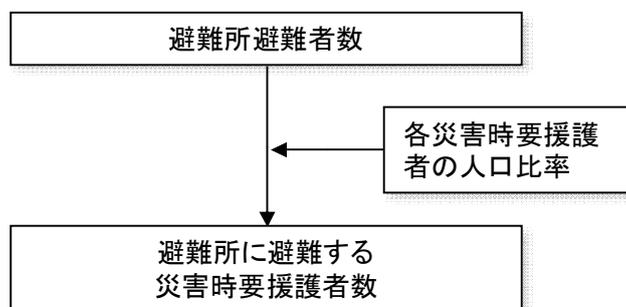


図5.8.1 災害時要援護者数の推定フロー

ここで、対象とする災害時要援護者は以下の通りである。

- 1) 65歳以上の高齢単身者^{※1}
- 2) 5歳未満の乳幼児^{※1}
- 3) 身体障がい者^{※2}
- 4) 知的障がい者^{※3}
- 5) 要介護認定者(要支援者を除く)^{※4}
- 6) 難病患者^{※5}
- 7) 妊産婦^{※6}
- 8) 外国人^{※1}

※1：平成22年度国勢調査

※2：身体障害者手帳所持者数(平成25年3月時点)

※3：療育手帳所持者数(平成25年3月時点)

※4：要介護認定者数

※5：特定疾患医療受給者数(平成25年8月時点)

医療費助成を受けている特定疾患の医療受給者数を難病患者数と見なす

※6：妊娠届出者数(平成23年度)

5.9 文化財の被害

内閣府(2013)に基づき、震度6強以上、または焼失可能性の高いメッシュに位置する国宝・重要文化財(建造物)の数を算出する。

対象とした徳島県内の国宝・重要文化財(建造物)は、文化庁「国指定文化財等データベース」に掲載されている文化財である。

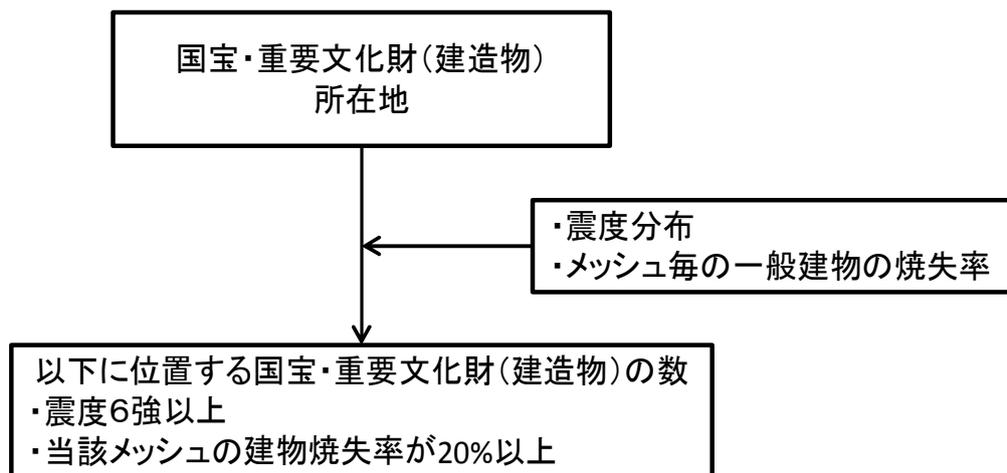


図5.9.1 文化財の被害想定フロー図

5.10 孤立集落の発生

内閣府(2013)をベースとし、内閣府調査にて孤立可能性があると考えられた農業・漁業集落を対象とし、その中で、震度6強以上に位置する集落の数を、孤立集落として算出する。

ここで、孤立可能性のある集落については、「中山間地等の集落散在地域における孤立集落発生の可能性に関する状況フォローアップ調査」(内閣府、平成22年)の際に、検討・抽出された集落を対象としている。

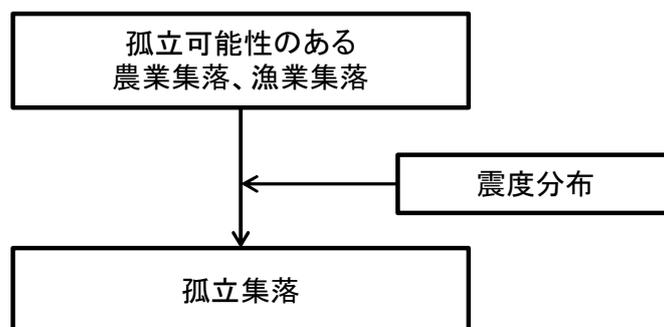


図5.10.1 孤立集落の被害想定フロー図

参考文献 [5章]

- [1] 内閣府中央防災会議 防災対策検討会議 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ：南海トラフ巨大地震の被害想定について（第二次報告）、2013年
- [2] 総務省統計局：平成22年国勢調査，従業地・通学地による人口・産業等集計
<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/NewList.do?tid=000001039448>
- [3] 内閣府：平成24年度 年次経済財政報告、2012年
<http://www5.cao.go.jp/j-j/wp/wp-je12/pdf/p02023.pdf>

6. 経済被害想定 の 推計手法

「直接経済被害額＝被害を受けた施設や資産の復旧・再建に要する費用の総額」とし、建物・ライフライン等の被害想定結果を基に、「被害量×原単位」で被害額を算出する。

対象は建物による被害(住宅・家庭用品・償却資産・棚卸資産)、上下水道、交通施設(道路・鉄道・港湾)、その他土木施設、農地、災害廃棄物処理費用等とし、電力・通信・ガスについては施設の詳細が不明なので含めていない。

今回の予測における対象項目と、各項目で用いる被害量、原単位を**表 6.1**に示す。手法、原単位とも内閣府資料に基づいている。

表 6.1 対象項目と被害量、原単位

	対象項目	被害量	原単位
建物	1) 住宅	全壊棟数＋半壊棟数×0.5(構造別)	新規住宅1棟あたり 工事必要単価(構造別)
	2) 家庭用品	甚大な被害のあった住宅の棟数 (倒壊棟数＋(全壊棟数 －倒壊棟数)×0.5)	1世帯あたり評価単価
	3) その他償却資産 棚卸資産(在庫)	建物被害率 (非住宅の全壊建物率＋ 半壊建物率)	償却資産評価額 在庫資産評価額
ライフライン	4) 上水道	断水人口	人口あたり復旧額
	5) 下水道	管渠被害延長	管渠被害延長あたり復旧額
	6) 電力	電柱被害本数	電柱1本あたり復旧額
	7) 通信	停止回線	回線あたり復旧額
交通施設	8) 道路	道路被害箇所数	箇所あたり復旧額(道路種別)
	9) 鉄道	道路被害箇所数	箇所あたり復旧額
	10) 港湾	被災岸壁数 防波堤被災延長	岸壁あたり復旧額 防波堤被災延長あたり復旧額
	11) その他の 公共土木施設	道路、下水道等と公共土木施設等の 復旧費を比較することで推計	
その他	12) 災害廃棄物	災害廃棄物発生量	トンあたり処理費用