

# — 手法編 —



# 目 次

1. 被害想定手法の概要	1
2. 建物被害の想定	2
2.1 建物の現況	2
2.2 揺れによる建物被害	4
2.3 液状化による建物被害	7
2.4 急傾斜地崩壊による建物被害	9
2.5 火災延焼による建物被害	11
3. 人的被害の想定	17
3.1 人口の現況	17
3.2 建物倒壊による人的被害	19
3.3 急傾斜地崩壊による人的被害	22
3.4 火災による人的被害	23
3.5 屋外転倒物、屋外落下物による人的被害	25
3.6 屋内収容物移動・転倒、屋内落下物による人的被害	30
4. ライフライン被害の想定	35
4.1 上水道被害の想定	35
4.2 下水道被害の想定	39
4.3 電力被害の想定	42
4.4 通信被害の想定	46
4.5 都市ガス被害の想定	47
5. 交通施設被害の想定	50
5.1 道路施設被害の想定	50
5.2 鉄道施設被害の想定	52
5.3 港湾施設被害の想定	54
6. 生活支障等の想定	56
6.1 避難者数の想定	56
6.2 帰宅困難者数の想定	57
6.3 医療機能支障の想定	59
6.4 災害廃棄物量の想定	61
6.5 孤立集落の発生	62
7. 経済被害の想定	63



## 1. 被害想定手法の概要

断層型地震の被害想定においても、原則として、南海トラフ巨大地震での被害想定手法を用いる。建物データ、人口データ等も共通である（1年の間では、変化は小さい）。

計算単位は、250mメッシュであり、結果の集計等は市区町村単位でとりまとめる。

南海トラフ巨大地震と異なる点は以下の通りである。

- 液状化危険度の手法は同じであるが、地震規模が大きいほど液状化しやすくなる手法であるので、同じ震度であっても、今回の方が液状化危険度は小さくなる。
- ライフラインの復旧においては、南海トラフ巨大地震のような広域災害と異なるので、人員・資機材等の不足や交通の混乱等による遅延は小さい。
- 帰宅困難者の予測において、南海トラフ巨大地震では、全県で鉄道の運行がしばらく再開できないものとしたが、今回は地震ごとに運行停止区間を想定する。

## 2. 建物被害の想定

### 2.1 建物の現況

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 2.1.1** 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<sup>[1]</sup>。

表2.1.1 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	住家が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	住家が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。

**表 2.1.2** に、市区町村毎の主体構造（木造、非木造）・年代別の建物棟数を示す。

県全体で、建物棟数は約70万棟で、木造が約58万棟、非木造が約12万棟となっている。木造建物は、新耐震基準の1981年以降の建物が約21万棟で、比率で見ると約35%となっている。一方、非木造建物は、新耐震基準の1981年以降の建物が約7万棟で、比率で見ると61%となっている。

市区町村別には、岡山市（中区、東区、南区）と倉敷市において、木造の新耐震基準の1981年以降の建物比率が約40%前後となっている。一方、それ以外の市区町村については、20～30%台前半となっているところが多い。このことから、県内では県南に位置する岡山市と倉敷市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2.1.2 主体構造別年代別の建物棟数

市区町村名	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
岡山市	227,101	189,287	51,427	25,898	38,270	26,640	28,787	18,265	37,814	4,685	8,089	25,040
北区	90,720	72,026	24,106	11,107	12,140	8,606	9,357	6,711	18,694	2,331	3,706	12,657
中区	45,470	39,500	8,590	4,887	8,876	6,070	6,685	4,392	5,970	541	1,292	4,137
東区	35,446	30,509	9,826	3,414	5,943	3,909	5,103	2,313	4,937	835	1,308	2,794
南区	55,465	47,252	8,905	6,490	11,310	8,054	7,642	4,850	8,213	977	1,783	5,453
倉敷市	162,846	139,616	36,070	21,176	27,127	20,484	22,372	12,388	23,230	3,183	5,896	14,150
津山市	41,491	32,030	10,849	3,758	4,845	4,464	5,380	2,734	9,461	1,157	2,505	5,799
玉野市	26,060	22,847	8,112	3,880	4,660	2,736	2,581	878	3,213	511	1,076	1,626
笠岡市	22,282	18,826	8,666	2,162	2,645	2,411	2,133	810	3,456	577	895	1,984
井原市	17,695	14,769	8,196	1,415	1,659	1,328	1,496	676	2,926	540	872	1,514
総社市	22,319	18,796	7,040	2,077	3,104	2,409	2,771	1,395	3,523	417	933	2,172
高梁市	15,888	13,628	7,712	1,643	1,549	1,047	1,195	483	2,260	227	740	1,293
新見市	14,543	12,815	6,808	1,144	1,589	1,446	1,303	524	1,728	188	549	990
備前市	16,648	13,517	5,299	1,622	2,133	2,065	1,833	565	3,131	644	856	1,631
瀬戸内市	15,259	13,200	5,685	1,473	2,074	1,510	1,758	700	2,059	224	673	1,162
赤磐市	17,054	11,917	5,038	1,210	1,643	1,391	1,758	876	5,137	26	1,629	3,482
真庭市	20,782	15,918	7,214	1,674	2,180	1,825	2,094	932	4,864	661	1,647	2,556
美作市	14,356	11,921	5,354	1,094	1,674	1,492	1,664	642	2,435	260	870	1,304
浅口市	13,679	11,399	5,799	1,237	1,534	1,258	1,110	461	2,280	223	694	1,363
和気郡和気町	6,359	5,158	2,629	462	756	549	574	189	1,201	217	392	593
都窪郡早島町	3,980	3,369	893	398	788	537	492	262	611	57	182	372
浅口郡里庄町	3,809	3,173	1,146	348	504	464	466	244	636	50	118	468
小田郡矢掛町	5,948	4,551	2,327	381	631	472	521	218	1,397	176	468	753
真庭郡新庄村	464	346	185	25	30	48	44	14	118	22	36	61
苫田郡鏡野町	5,940	4,306	2,112	297	437	526	654	280	1,634	190	531	913
勝田郡勝央町	4,300	3,586	1,295	419	506	517	587	263	714	82	173	460
勝田郡奈義町	2,384	1,802	650	173	285	223	349	123	582	207	101	274
英田郡西粟倉村	706	584	200	40	86	86	129	43	122	3	32	87
久米郡久米南町	2,537	2,168	1,036	235	316	286	216	79	369	45	124	200
久米郡美咲町	7,150	5,747	2,980	503	777	628	630	229	1,403	208	464	731
加賀郡吉備中央町	6,173	4,948	2,668	545	502	489	589	156	1,225	96	321	808
合計	697,753	580,224	197,386	75,288	102,305	77,332	83,483	44,431	117,529	14,876	30,864	71,788

## 2.2 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)<sup>[2]</sup>を用いる。

図 2.2.1 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。

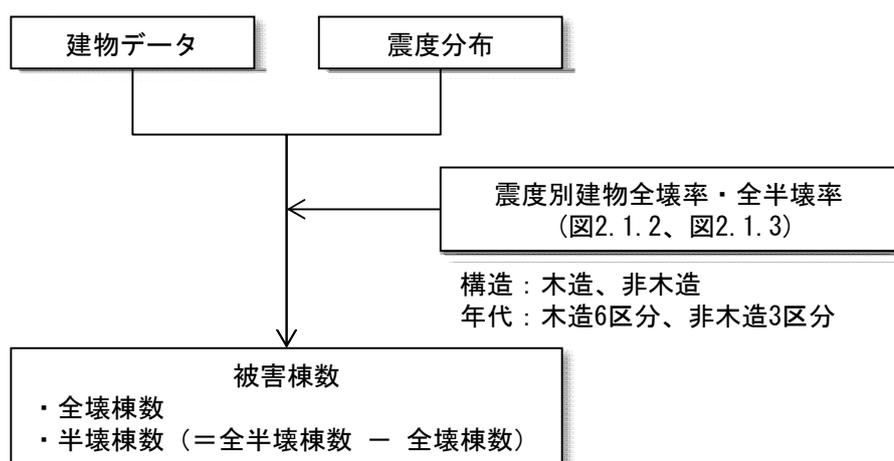


図2.2.1 揺れによる建物被害の想定フロー

図 2.2.2～図 2.2.3 に、震度別・構造別・年代別建物被害率を示す。この被害率は、1995年兵庫県南部地震、2000年鳥取県西部地震、2001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。

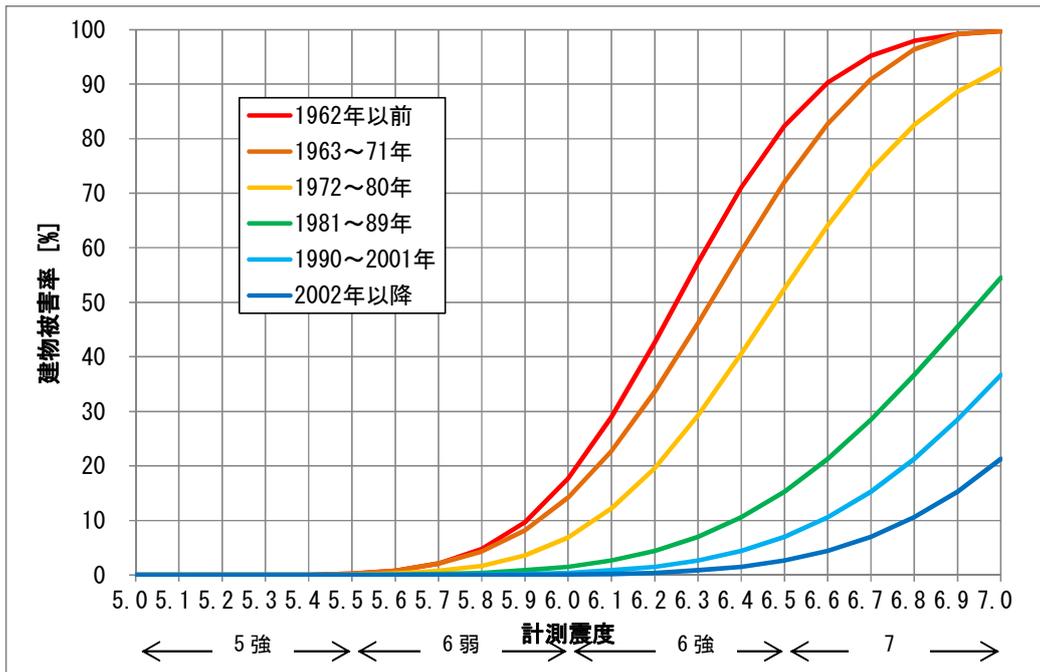


図2.2.2(1) 計測震度毎の建物全壊率（木造）

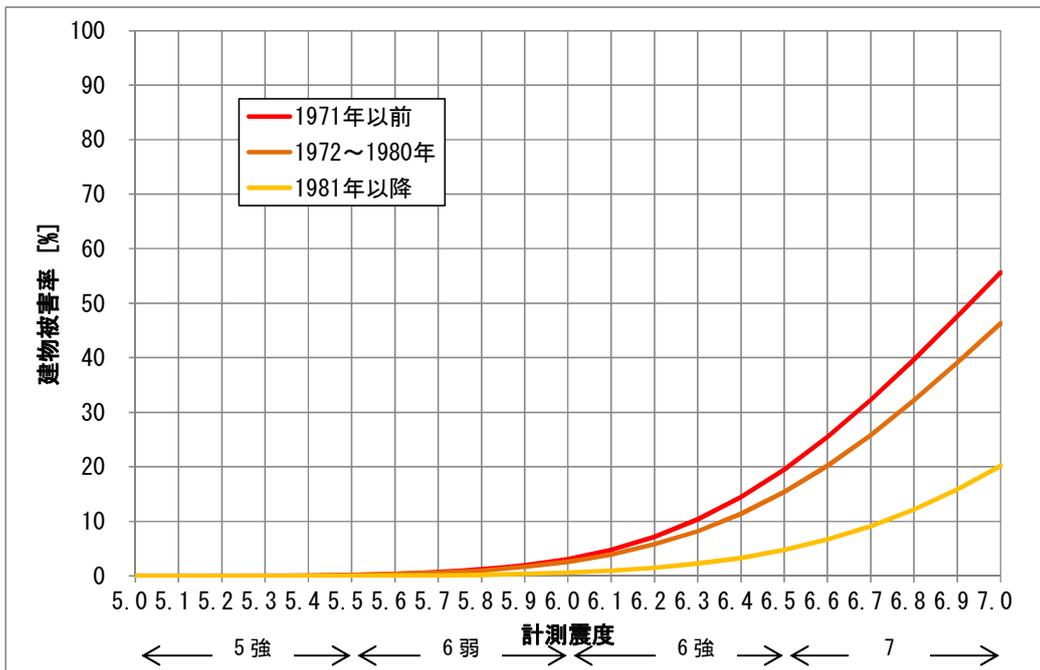


図2.2.2(2) 計測震度毎の建物全壊率（非木造）

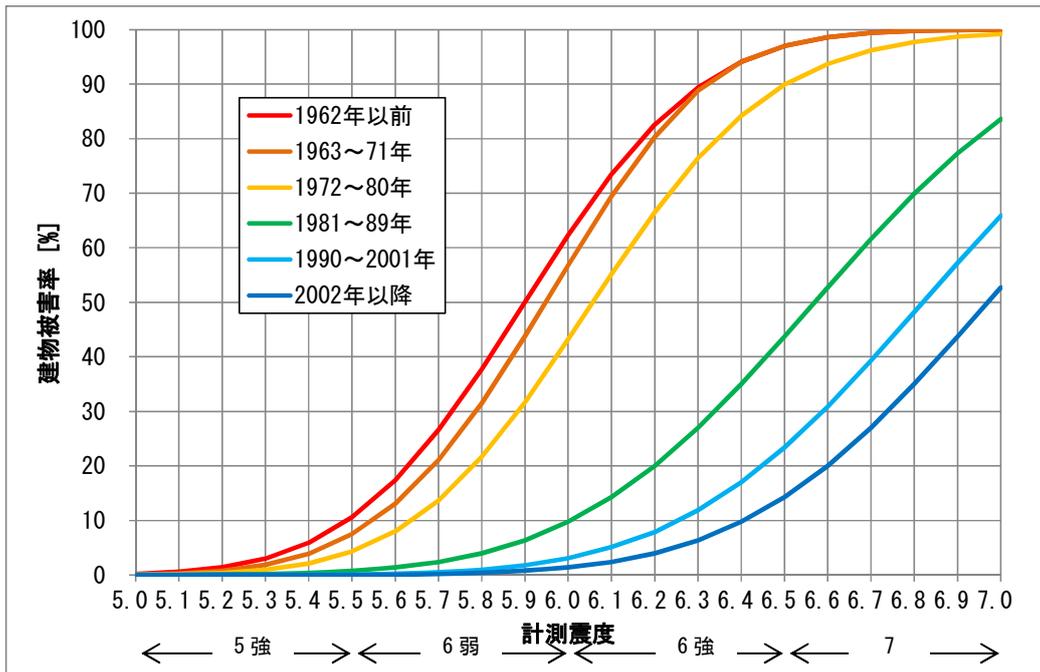


図2. 2. 3(1) 計測震度毎の建物全半壊率（木造）

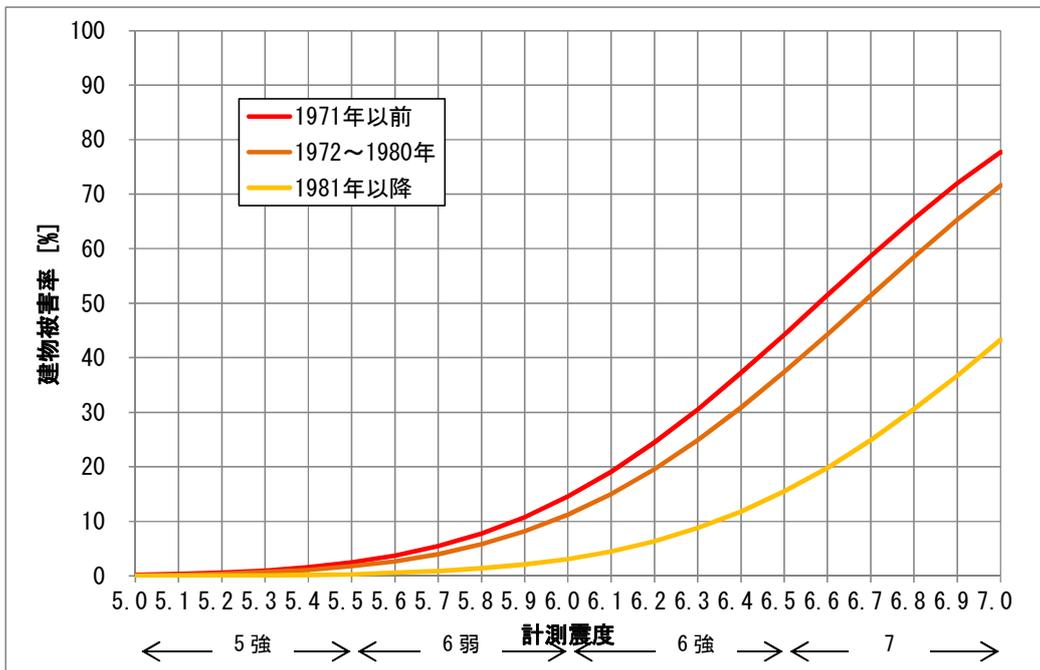


図2. 2. 3(2) 計測震度毎の建物全半壊率（非木造）

## 2.3 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、横浜市(2012)<sup>[3]</sup>を用いる。

図 2.3.1 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。

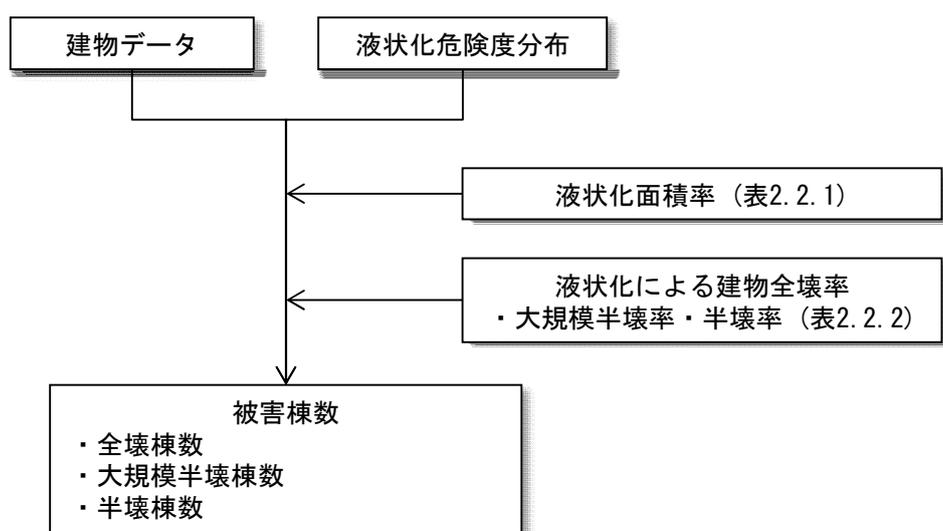


図2.3.1 液状化による建物被害の想定フロー

表 2.3.1 に、液状化面積率を示す。また、表 2.3.2 に、液状化による建物被害率を示す。この液状化面積率や液状化による建物被害率は、東京都(2012)<sup>[4]</sup>の考え方を若干見直したものである。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績から、液状化面積率と建物被害率を設定している。

液状化面積率において、 $P_L$  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)の値を採用した。一方、 $P_L$  値が 5 以下では、千葉県浦安市や船橋市以外の他地域、ならびに既往地震の経験から、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%と設定した。

なお、内閣府(2003)<sup>[5]</sup>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2.3.1 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)に基づく
$PL=0$	0%	東京都(2012)による

表2.3.2 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%

## 2.4 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)<sup>[2]</sup>を用いる。

図 2.4.1 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。

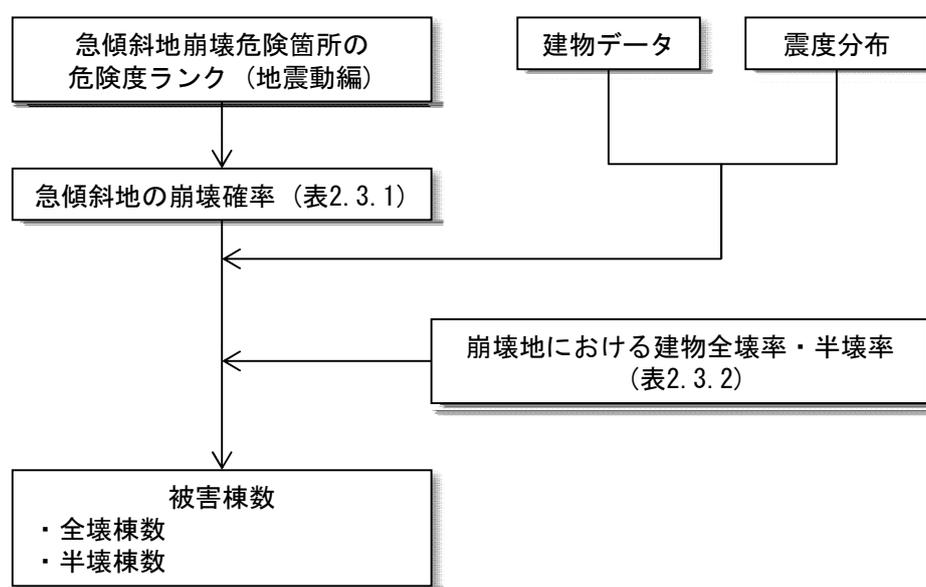


図2.4.1 急傾斜地崩壊による建物被害の想定フロー

表 2.4.1 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（2004 年新潟県中越地震、2007 年新潟県中越沖地震、2008 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2.4.1 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2.4.2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、1978年宮城県沖地震、1978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2.4.2 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%

## 2.5 火災延焼による建物被害

火災延焼による被害想定を、以下の方針で実施する。

- ▶ 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、岡山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、「岡山県消防年報（平成24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)<sup>[2]</sup>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)<sup>[6]</sup>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 2.5.1 にクラスター法による火災被害予測の流れを示す。この手法は、内閣府(2012)<sup>[2]</sup>でも用いられるなど、近年の被害想定で利用例が多い。従来用いられてきた延焼速度式と比較すると、出火点に左右されないこと、市街地の空間特性をよく反映できること、が利点である。

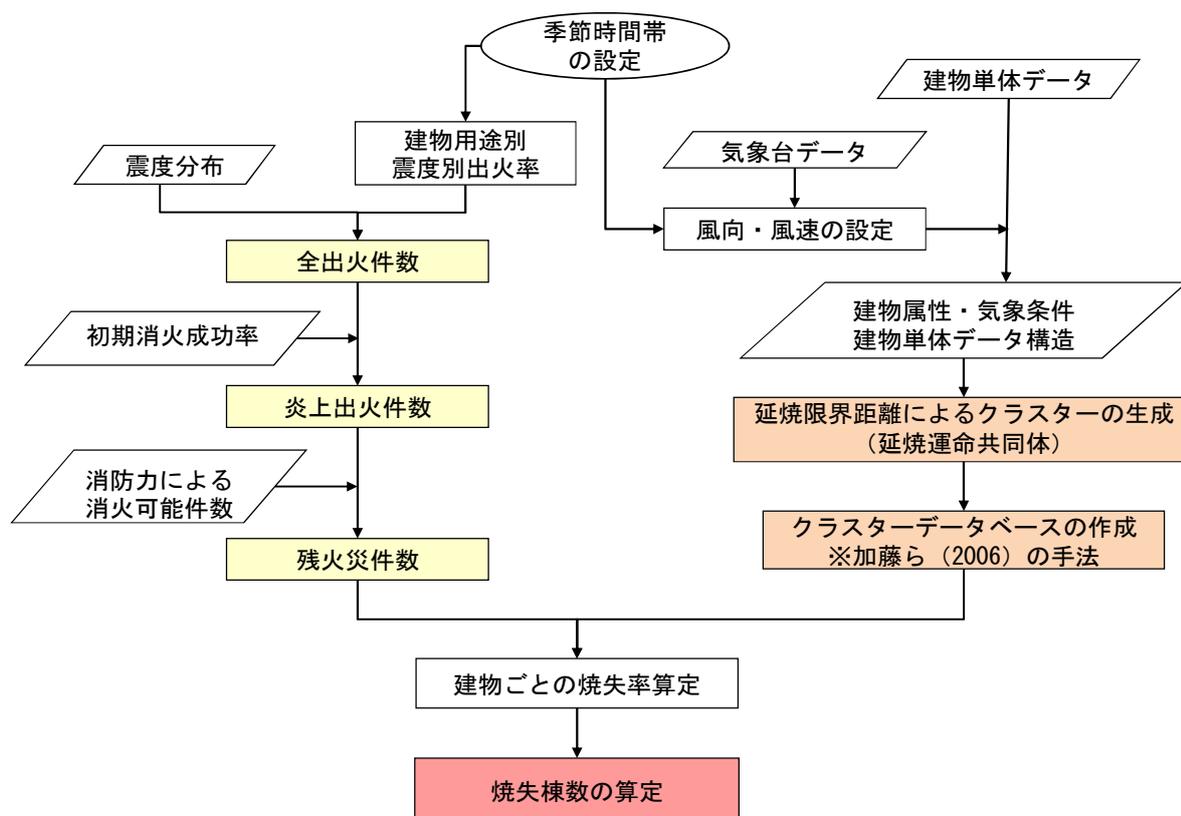


図 2.5.1 火災被害想定の流れ

## 2.5.1 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）について平均値を算出する（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 2.5.1 岡山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)	風向	平均最大風速 (m/s)
岡山	2.8	西	5.319	南西	4.682
津山	145.7	西	4.188	南東	4.128
倉敷	3	南西	3.979	南西	3.981
玉野	2	西北西	4.879	東南東	5.126
笠岡	0	西北西	5.053	南南西	4.837
虫明	10	西南西	3.334	東	3.169
和気	35	南西	3.527	南東	3.532
福渡	63	北北西	3.299	南南東	3.250
新見	393	西北西	4.262	西北西	3.385
今岡	207	北北東	3.168	南南西	3.243
奈義	212	南西	1.444	南	1.381
久世	144	北西	3.382	北西	3.295
千屋	525	北北西	3.322	北北西	3.077
上長田	430	南	3.189	東	3.347
日応寺	239	西北西	6.317	南西	5.362

## 2.5.2 出火件数の想定

出火要因については、内閣府(2012)<sup>[2]</sup>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。

$$(\text{総出火数}) = (\text{火気器具・電熱器具による出火数}) + (\text{電気機器・配線による出火数}) \quad (2.5.1)$$

### (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。

$$\text{全出火件数} = \text{震度別用途別出火率} \times \text{用途別要因数} \quad (2.5.2)$$

表 2.5.2 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。

## (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。

$$\text{建物倒壊した場合の全出火件数} = \text{建物倒壊棟数} \times \text{季節時間帯別の倒壊建物1棟あたり出火率} \quad (2.5.3)$$

ここで、季節時間帯別の倒壊建物1棟あたり出火率：

$$0.0449\% \text{（冬深夜）}、0.0629\% \text{（夏12時）}、0.153\% \text{（冬18時）}$$

## (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。

$$\text{電気機器からの出火件数} = 0.044\% \times \text{全壊棟数} \quad (2.5.4)$$

$$\text{配線からの出火件数} = 0.030\% \times \text{全壊棟数} \quad (2.5.5)$$

## 2.5.3 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2.5.3**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。

$$\text{炎上出火件数} = (1 - \text{初期消火成功率}) \times \text{全出火件数} \quad (2.5.6)$$

表 2.5.3 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。

$$\begin{aligned} \text{消火可能件数（発災直後）} &= 0.3 \times (\text{消防ポンプ自動車数}/2 + \text{小型動力ポンプ数}/4) \\ &\quad \times \{1 - (1 - 61,544/\text{市街地面積}(\text{m}^2))^{\text{水利数}}\} \end{aligned} \quad (2.5.7)$$

$$\text{残火災件数} = \text{炎上出火件数} - \text{消火可能火災件数} \quad (2.5.8)$$

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。

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<sup>[2]</sup>。

### (3) 岡山県の現況

- ・消防ポンプ自動車、小型動力ポンプ数、水利数に関しては、岡山県消防年報（平成 24 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 2.5.4 岡山県の消防力

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		
岡山市	89,254,000	29	32	60	125	1,270	14.7
倉敷市	84,596,000	25	1	48	71	713	6.6
津山圏域消防組合	40,625,000	15	0	40	283	2,044	28.1
玉野市	10,213,000	7	13	4	16	265	3.1
笠岡地区消防組合	21,585,000	8	7	25	93	366	8.1
井原地区消防組合	14,033,000	7	5	13	93	803	10.0
総社市	12,518,000	6	0	1	86	437	6.6
高梁市	8,619,000	3	2	6	67	835	6.5
新見市	7,295,000	7	0	5	88	438	8.2
東備消防組合	14,570,000	5	0	15	133	545	11.7
真庭市	13,434,000	7	0	24	146	885	15.3
美作市	10,107,000	3	0	22	153	712	15.0
赤磐市	10,899,000	6	0	8	94	434	8.4
瀬戸内市	8,535,000	5	1	5	33	185	3.0
合計	346,283,000	133	61	276	1,481	9,932	145.3

## 2.5.4 焼失棟数（クラスター法）

加藤ら（2006）<sup>[6]</sup>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<sup>[7]</sup>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(2.5.8)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(2.4.9)で求められる。

$$P = 1 - \exp(-n\bar{p}) \quad (2.5.9)$$

$P$ ：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。

$$x = \sum P \quad (2.5.10)$$

## 参考文献 [2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、2009年6月。  
<http://www.bousai.go.jp/taisaku/pdf/shishinall.pdf>
- [2] 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
- [3] 横浜市：横浜市地震被害想定調査報告書、2012年
- [4] 東京都防災会議地震部会：首都直下地震等による東京の被害想定報告書、2012年
- [5] 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」：東南海・南海地震に係る被害想定結果、2003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「防災まちづくりにおける評価技術・対策技術の開発」、2003年

### 3. 人的被害の想定

#### 3.1 人口の現況

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<sup>[1]</sup>。

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ヵ月以上の治療を要する見込みの者

軽傷者：1ヵ月未満の治療を要する見込みの者

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に、建物の現況データ、ならびに「平成22年国勢調査従業地・通学地集計」、「岡山県南広域都市圏パーソントリップ調査」、「平成23年社会生活基本調査」を踏まえ、250mメッシュ単位の人口データを作成した<sup>[2]~[4]</sup>。表3.1.1に、市区町村毎の人口を示す。

県全体で、夜間人口は約195万人となっている。市区町村別には、岡山市が約37%、倉敷市が約24%と、この2市で県全体の約61%を占めている。市町村単位では、時間帯による人口の変動は大きくなく、市町村間の移動は多くないものと考えられる。

表3.1.1 人口

市区町村名	人口		
	深夜	昼12時	夕18時
	[人]	[人]	[人]
岡山市	709,584	739,068	727,274
北区	302,685	361,461	337,951
中区	142,237	129,061	134,331
東区	96,948	91,134	93,460
南区	167,714	157,412	161,533
倉敷市	475,513	470,398	472,444
津山市	106,788	109,600	108,475
玉野市	64,588	62,683	63,445
笠岡市	54,225	51,731	52,729
井原市	43,927	42,091	42,825
総社市	66,201	61,177	63,187
高梁市	34,963	36,742	36,030
新見市	33,870	33,012	33,355
備前市	37,839	38,953	38,507
瀬戸内市	37,852	35,568	36,482
赤磐市	43,458	36,907	39,527
真庭市	48,964	48,168	48,486
美作市	30,498	29,605	29,962
浅口市	36,114	32,458	33,920
和気郡和気町	15,362	14,324	14,739
都窪郡早島町	12,214	11,077	11,532
浅口郡里庄町	10,916	10,672	10,770
小田郡矢掛町	15,092	14,274	14,601
真庭郡新庄村	957	839	886
苫田郡鏡野町	13,580	12,816	13,122
勝田郡勝央町	11,195	12,120	11,750
勝田郡奈義町	6,085	6,103	6,096
英田郡西粟倉村	1,520	1,326	1,404
久米郡久米南町	5,296	4,900	5,058
久米郡美咲町	15,642	13,811	14,543
加賀郡吉備中央町	13,033	12,753	12,865
合計	1,945,276	1,943,176	1,944,016

※昼間人口は、小数第1位で四捨五入しているため、合計値は必ずしも一致しない。

### 3.2 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、ならびに自力脱出困難者を想定する。想定手法は、内閣府(2012)<sup>[6]</sup>を用いる。

#### (1) 死傷者

図 3.2.1～図 3.2.2 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(3.2.1)～式(3.2.9)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、兵庫県南部地震)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、東北地方太平洋沖地震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

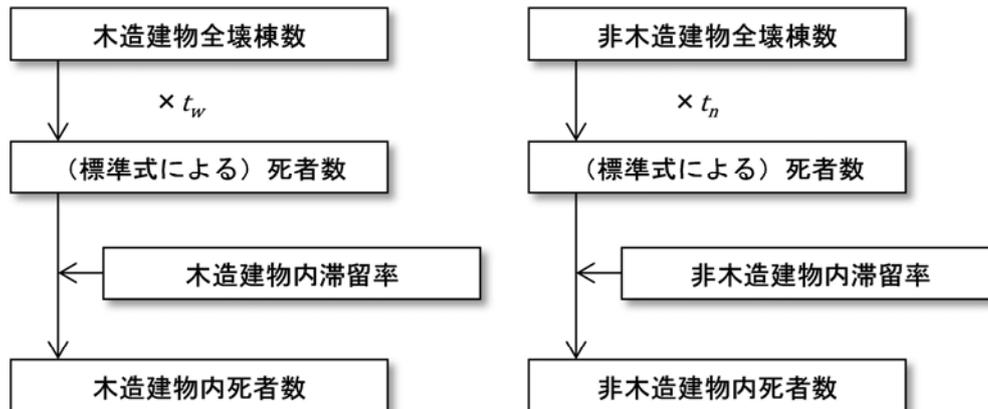


図3.2.1 揺れによる建物倒壊に伴う死者の想定フロー

$$(\text{死者数}) = (\text{木造 死者数}) + (\text{非木造 死者数}) \quad (3.2.1)$$

$$(\text{木造 死者数}) = t_w \times (\text{揺れによる木造全壊棟数}) \times (\text{木造建物内滞留率}) \quad (3.2.2)$$

$$(\text{非木造 死者数}) = t_n \times (\text{揺れによる非木造全壊棟数}) \times (\text{非木造建物内滞留率}) \quad (3.2.3)$$

$$(\text{木造建物内滞留率}) : \alpha_w$$

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

$$(\text{非木造建物内滞留率}) : \alpha_n$$

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

(建物1棟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))： $\beta_w$

= (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))： $\beta_n$

= (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)

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

$P_{w0}$ ：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

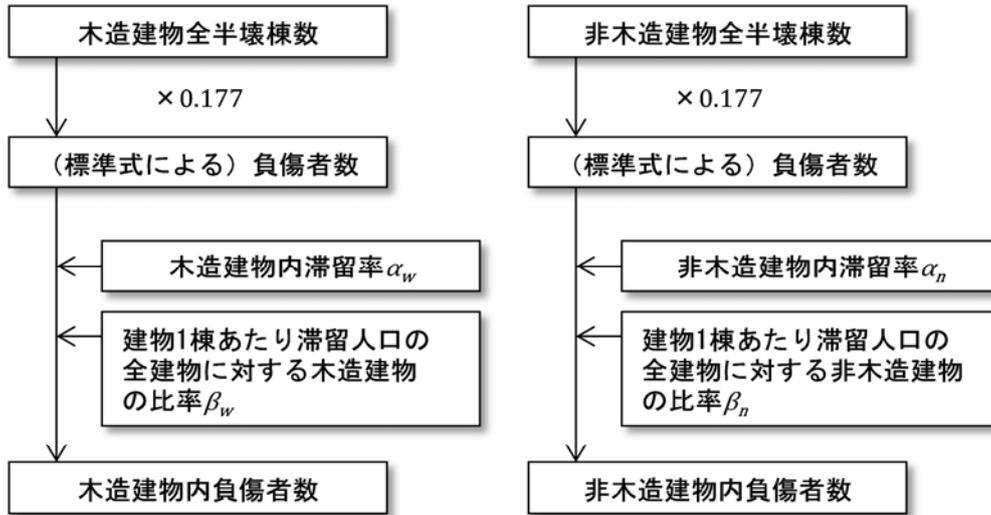


図3.2.2 揺れによる建物倒壊に伴う負傷者の想定フロー

$$(\text{負傷者数}) = (\text{木造建物における負傷者数}) + (\text{非木造建物における負傷者数}) \quad (3.2.4)$$

(木造建物における負傷者数)

$$= 0.177 \times (\text{揺れによる木造全半壊棟数}) \times \alpha_w \times \beta_w \quad (3.2.5)$$

(非木造建物における負傷者数)

$$= 0.177 \times (\text{揺れによる非木造全半壊棟数}) \times \alpha_n \times \beta_n \quad (3.2.6)$$

## 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。

$$(\text{重傷者数}) = (\text{木造建物における重傷者数}) + (\text{非木造建物における重傷者数}) \quad (3.2.7)$$

(木造建物における重傷者数)

$$= 0.100 \times (\text{揺れによる木造全壊棟数}) \times \alpha_w \times \beta_w \quad (3.2.8)$$

(非木造建物における重傷者数)

$$= 0.100 \times (\text{揺れによる非木造全壊棟数}) \times \alpha_n \times \beta_n \quad (3.2.9)$$

(2) 自力脱出困難者

図3.2.3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(3.2.10)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。

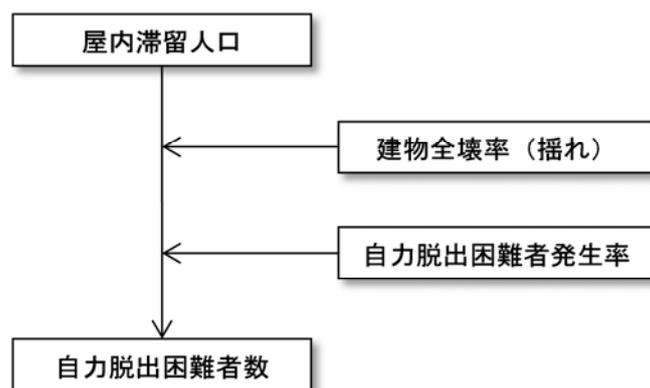


図3.2.3 自力脱出困難者（揺れによる建物倒壊に伴う要救助者）の想定フロー

$$(\text{自力脱出困難者}) = 0.117 \times (\text{揺れによる建物全壊率}) \times \text{屋内滞留人口} \quad (3.2.10)$$

### 3.3 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)<sup>[5]</sup>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(3.3.1)～式(3.3.3)**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。

$$(\text{死者数}) = 0.098 \times (\text{急傾斜地崩壊による大破棟数}) \times (\text{建物内滞留人口比率}) \quad (3.3.1)$$

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

$$\text{非木造大破棟数} = \text{非木造全壊棟数}$$

$$(\text{負傷者数}) = 1.25 \times (\text{死者数}) \quad (3.3.2)$$

$$(\text{重傷者数}) = (\text{負傷者数}) \div 2 \quad (3.3.3)$$

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

$$\div (\text{建物内滞留人口の24時間平均})$$

### 3.4 火災による人的被害

内閣府(2012)<sup>[5]</sup>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3.4.1)を想定して、火災による死者数を推定する。

表3.4.1 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(3.4.1)により算定する。

(炎上出火家屋内から逃げ遅れた死者数)

$$= (\text{死者発生率:0.046}) \times \text{出火件数} \times (\text{屋内滞留人口比率}) \quad (3.4.1)$$

#### 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(3.2節(2))の救出可能性を式(3.4.2)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。

$$(\text{閉じ込めによる死者数}) = (\text{①倒壊かつ焼失家屋内の救出困難な人}) \times (1 - \text{生存救出率:0.387}) \quad (3.4.2)$$

ここで、

(倒壊かつ焼失家屋内の救出困難な人)

$$= (1 - \text{早期救出可能な割合:0.72}) \times (\text{②全壊かつ焼失家屋内の要救助者数})$$

(全壊かつ焼失家屋内の要救助者数)

$$= (\text{建物倒壊による自力脱出困難者数}) \times (\text{倒壊かつ焼失の棟数/倒壊棟数})$$

#### 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」に係る関係に基づく、式(3.4.3)を適用する。

$$(\text{逃げ惑いによる死者数}) = (10^{1.5 \times \text{世帯焼失率}} - 1) \times (\text{全壊死者数}) \quad (3.4.3)$$

## (2) 負傷者数

炎上出火家屋からの逃げ遅れと延焼中の逃げ惑いによる負傷者数の合計により算出する。

### ① 炎上出火家屋からの逃げ遅れ

$$\text{(出火直後の火災による重傷者数)} = 0.075 \times \text{出火件数} \times \text{(屋内滞留人口比率)} \quad (3.4.4)$$

$$\text{(出火直後の火災による軽傷者数)} = 0.187 \times \text{出火件数} \times \text{(屋内滞留人口比率)} \quad (3.4.5)$$

### ② 延焼拡大時の逃げ惑い

$$\text{(延焼火災による重傷者数)} = 0.0053 \times \text{焼失人口} \quad (3.4.6)$$

$$\text{(延焼火災による軽傷者数)} = 0.0136 \times \text{焼失人口} \quad (3.4.7)$$

ここで、

$$\text{焼失人口} = \text{(250mメッシュ別焼失率)} \times \text{(発生時刻の250mメッシュ別滞留人口)} \quad (3.4.8)$$

### 3.5 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。想定手法は、内閣府(2012)<sup>[6]</sup>を用いる。

#### (1) 屋外転倒物による被害

図3.5.1に、屋外転倒物に伴う死者、負傷者、重傷者の想定フローを、式(3.5.1)～式(3.5.3)に死者、負傷者、重傷者数の算出式を示す。

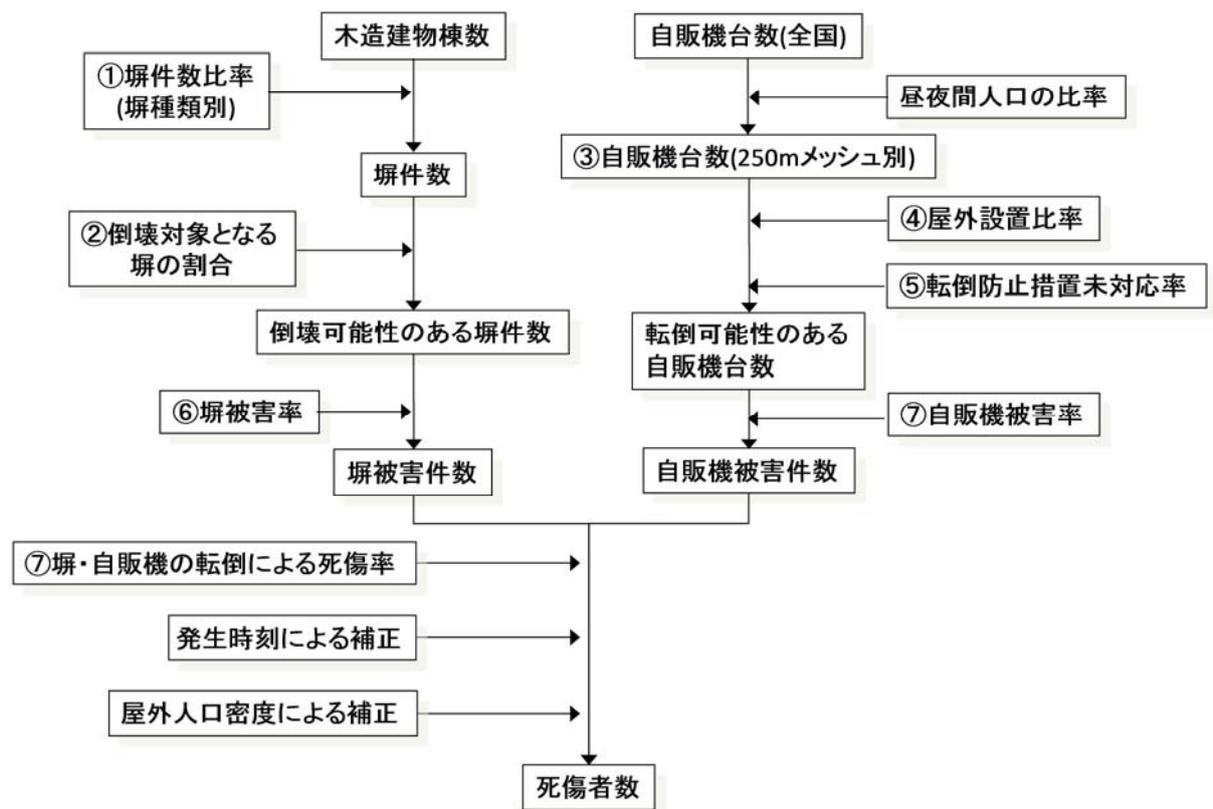


図3.5.1 屋外転倒物による人的被害の想定フロー

$$(\text{死傷者数}) = (\text{⑧塀・自販機の転倒による死傷者率}) \times \{(\text{塀被害件数}) + (\text{自販機被害件数})\} \\ \times (\text{発生時刻による補正}) \times \{(\text{屋外人口密度}) / 1689.16 (\text{人}/\text{km}^2)\} \quad (3.5.1)$$

$$(\text{塀被害件数}) = (\text{木造建物棟数}) \times (\text{①塀件数比率}) \\ \times (\text{②倒壊対象となる塀の割合}) \times (\text{⑦被害率}) \quad (3.5.2)$$

$$(\text{自販機被害件数}) = (\text{③自販機台数(全国)}) \times (\text{④昼夜間人口の比率}) \times (\text{⑤屋外設置比率}) \\ \times (\text{⑥転倒防止阻止率}) \times (\text{⑦被害率}) \quad (3.5.3)$$

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

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)による県内の木造棟数とブロック塀数との関係を、また、石塀・コンクリート塀については、東京都(1997)による木造棟数と塀件数との関係を基に求められた比率を用いる(表 3.5.1 参照)。

表3.5.1 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 × (木造住宅棟数)	0.035 × (木造住宅棟数)	0.036 × (木造住宅棟数)

② 倒壊対象となる塀の割合

東京都による各塀の危険度調査結果から、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。東京都(1997)に基づき、このうちの半分は改訂耐震基準を十分満たし、倒壊の危険性はないものとし、倒壊対象となる塀の割合を表 3.5.2 に定める。

表3.5.2 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、250m メッシュ毎に式(3.5.4)を用いて配分する。

(250m メッシュ別の自動販売機台数)

$$= (\text{全国自動販売機台数}) \times \{ (\text{250m メッシュ別夜間人口}) + (\text{250m メッシュ別昼間人口}) \} \\ \div \{ (\text{全国夜間人口}) + (\text{全国昼間人口}) \} \quad (3.5.4)$$

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

塀の被害率（転倒率）は、東京都(1997)による**式(3.5.5)～式(3.5.7)**を用いた。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。

$$\text{ブロック塀被害率 (\%)} = -12.6 + 0.07 \times (\text{地表最大加速度}) (\text{gal}) \quad (3.5.5)$$

$$\text{石塀被害率 (\%)} = -26.6 + 0.168 \times (\text{地表最大加速度}) (\text{gal}) \quad (3.5.6)$$

$$\text{コンクリート塀被害率 (\%)} = -12.6 + 0.07 \times (\text{地表最大加速度}) (\text{gal}) \quad (3.5.7)$$

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)を用いる。したがって、震度5強以下での転倒はないとする。

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3.5.3**を用いる。

表3.5.3 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、既往災害等による被害事例や被害想定手法の検討例が存在しないため、ブロック塀の倒壊による死傷者算定式を適用する。

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)<sup>[5]</sup>を用いる。

図 3.5.2 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、ならびに式(3.5.8)～式(3.5.9)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。

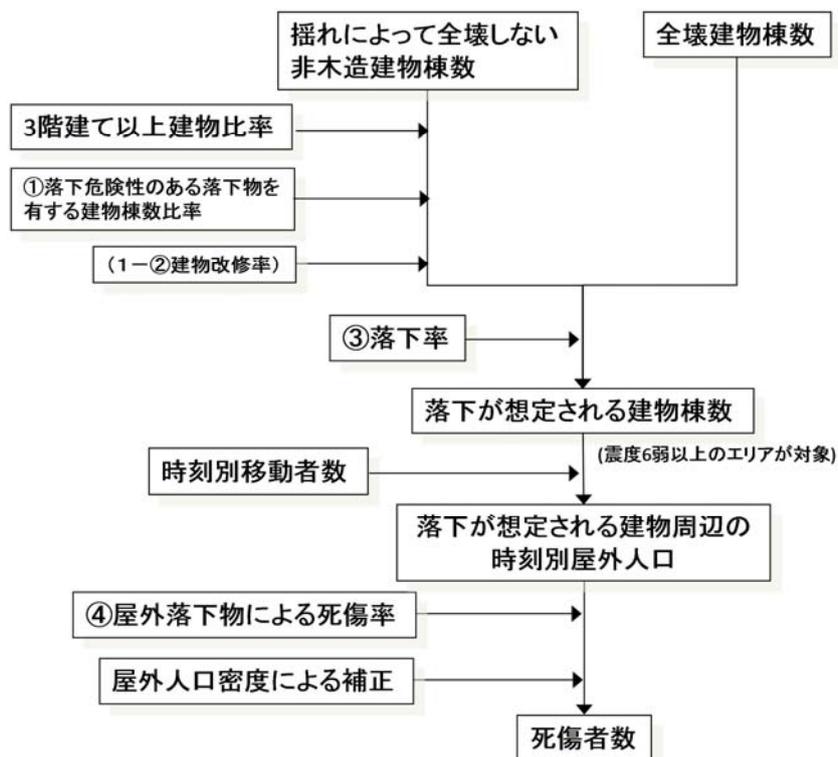


図3.5.2 屋外落下物による人的被害の想定フロー

$$\begin{aligned}
 (\text{死傷者数}) &= (\text{死傷者率}) \times \{ (\text{落下が想定される建物棟数}) / (\text{建物棟数}) \\
 &\quad \times (\text{時刻別移動者数}) \} \times ((\text{市区町村別屋外人口密度}) / 1689.16 (\text{人}/\text{km}^2)) \quad (3.5.8)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (\text{落下が想定される建物棟数}) &= \{ (\text{全壊建物棟数}) + (\text{全壊しない非木造建物棟数}) \times (\text{3階建て以上建物比率}) \\
 &\quad \times (\text{①落下物を有する建物棟数比率}) \times (1 - \text{②建物回収率}) \} \times \text{③落下率} \quad (3.5.9)
 \end{aligned}$$

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 3.5.4 参照）。

表3.5.4 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(3.5.10)）を用いる。

$$(\text{落下率})(\%) = -12.6 + 0.07 \times (\text{地表最大加速度})(\text{gal}) \quad (3.5.10)$$

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3.5.5参照）。

表3.5.5 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%

### 3.6 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、建物倒壊（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)<sup>[5]</sup>を用いる。

図3.6.1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。また、式(3.6.1)に死者、負傷者、重傷者数の算出式を示す。

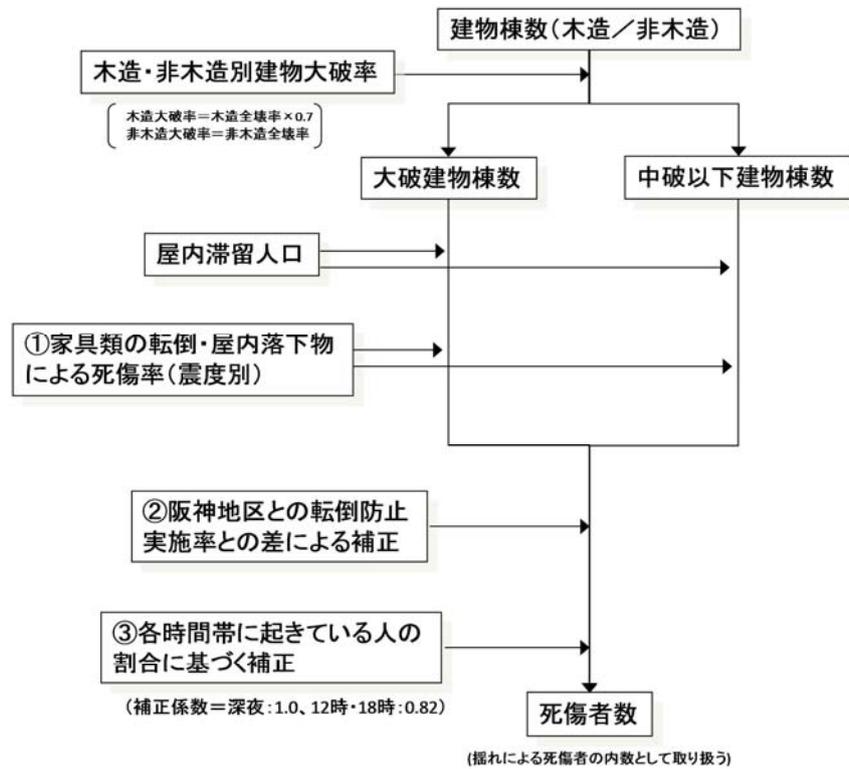


図3.6.1 屋内収容物の移動・転倒、屋内落下物による人的被害の想定フロー

$$\begin{aligned}
 (\text{死傷者数}) &= (\text{大破/中破以下別・木造/非木造別の屋内滞留人口}) \times (\text{①震度別死傷率}) \\
 &\quad \times (\text{②阪神地区との転倒防止実施率との差による補正}) \\
 &\quad \times (\text{③各時間帯に起きている人の割合に基づく補正}) \qquad (3.6.1)
 \end{aligned}$$

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3.6.1～表3.6.5参照）。

表3.6.1 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3.6.2 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3.6.3 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3.6.4 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3.6.5 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(3.6.2)**を用いて補正する。

$$\text{補正係数} = \frac{(\text{岡山県の転倒防止措置未実施率} + k \times \text{岡山県の転倒防止措置実施率})}{(\text{阪神地区の転倒防止措置未実施率} + k \times \text{阪神地区の転倒防止措置実施率})} \quad (3.6.2)$$

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

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

岡山県内における家具の転倒防止実施率は、岡山県が県民を対象に実施した「防災対策に関するアンケート」(平成24年9月)の結果に基づき、15.4%とする(**図3.6.2**参照)<sup>[6]</sup>。よって、**式(3.6.2)**より、補正係数は0.917と求まる。

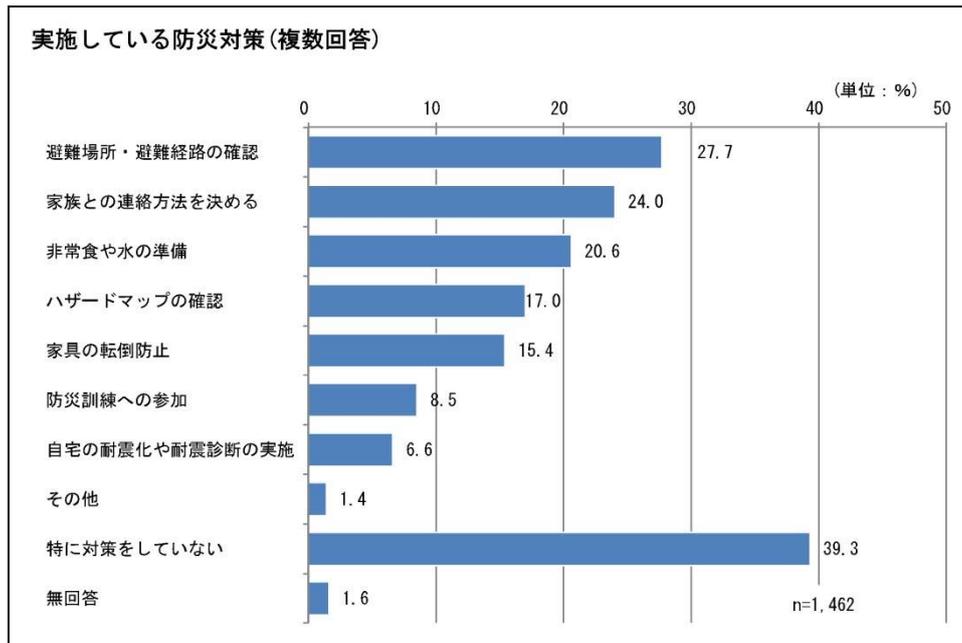


図3.6.2 家具の転倒防止実施状況(「防災対策に関するアンケート」から抜粋)

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。

「建物倒壊(揺れ)による死傷者の内数として取り扱う」ものでありながら、上述の方法で算出すると、「屋内落下物等による死者」が「建物倒壊(揺れ)による死者」を上回るケースが生じるので、区市町村単位で「屋内落下物等による死者」の上限を「建物倒壊による死者」として、これを上回ることがないようにした。以下に補足する。

揺れによる死者は建物全壊が震度6弱以上で発生するので震度5強以下では発生しない。

「屋内落下物等による死者」は、震度が小さくなるほど死者率は小さくなり、また建物が大破の場合の方が死者率は高くなるものの、震度5強・5弱で死者率は0ではない。そのため、内数であるはずの「屋内落下物等による死者」の方が「建物倒壊による死者」を上回る場合が生じる。そこで、そのような場合には、区市町村単位で「屋内落下物等による死者」の上限を「建物倒壊による死者」として、これを上回ることがないようにした。他県の想定での一覧表でも、値が小さいところで、両者が同数になっている場合があるので、同様の考え方をとっているものと考えられる。

### 参考文献 [3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] 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/>
- [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] 岡山県危機管理課：防災対策に関するアンケート，平成24年9月  
<http://www.pref.okayama.jp/page/293654.html>

## 4. ライフライン被害の想定

### 4.1 上水道被害の想定

岡山県の給水人口は、平成24年3月末時点で1,914,844人（普及率98.9%）である。ほぼ100%に近いので、人口を給水人口として算出する。

上水道の機能支障（断水人口）を算出するフローを図4.1.1に示す。

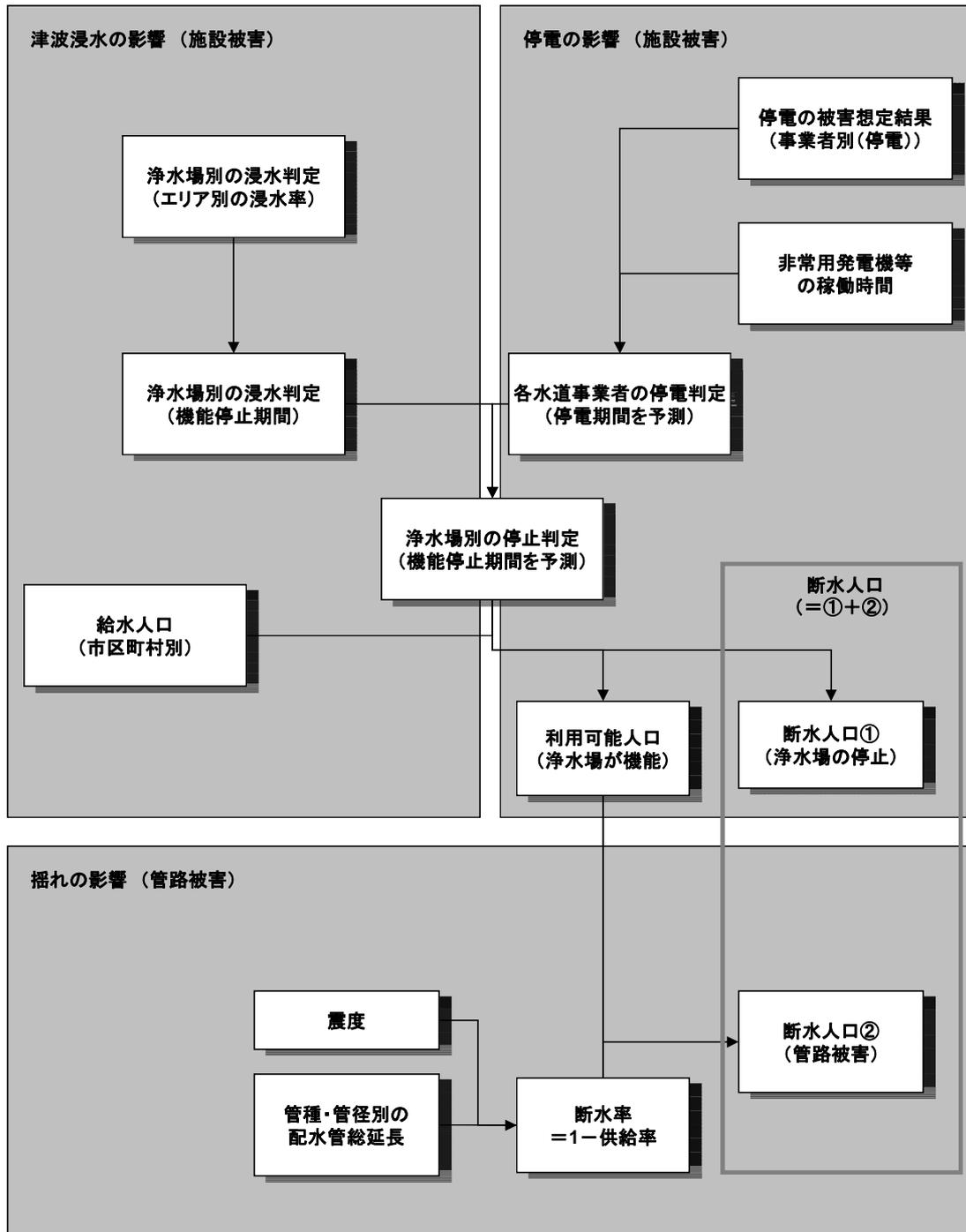


図4.1.1 上水道被害推定の全体フロー

(1) 管路の被害

内閣府(2013)<sup>[1]</sup>では、これまでと同様に広く用いられている図4.1.2、式(4.1.1)、式(4.1.2)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<sup>[2]</sup>の式を用いている。

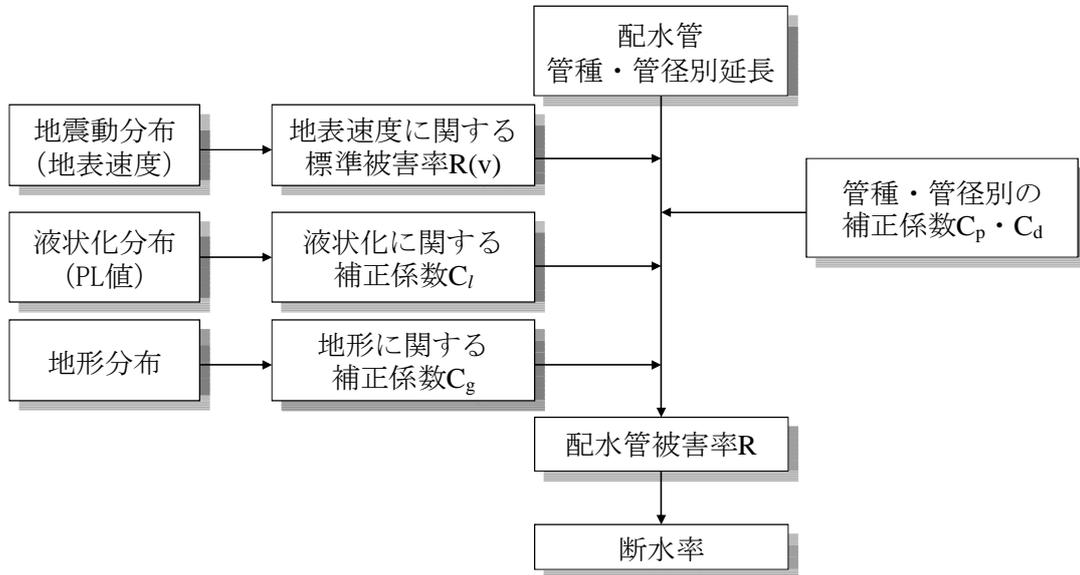


図4.1.2 上水道の管路被害の予測フロー

$$D_n = L \times R \quad (4.1.1)$$

$$R = C_p \times C_d \times C_g \times C_l \times R(v) \quad (4.1.2)$$

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。

(2) 浄水場

機能停止要因として、②停電、を考慮する(①津波浸水は断層型地震では生じない)。浄水場が停止すれば、そのエリアは断水となる。

### (3) 断水率と復旧予測

地震発生直後、1日後、1週間後、1ヶ月後の4段階での断水率と復旧推移を予測する。

内閣府の手法<sup>[1]</sup>の詳細は不明であるが、「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を参考としている。しかしながら、この手法は、震度のみから算出するものである（脆弱指数で補正する方法も示されているが、被害量からの算出ではない）。

本検討では、従来用いられてきた川上による方法<sup>[3]</sup>が、管路の被害率から2日後までの断水率を予測したものであることから、これを用いる。復旧推移となる1週間後、1ヶ月後については、能島の方法と復旧能力から判断する。

#### ○直後、1日後

断水率については、川上(1996)<sup>[3]</sup>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 4.1.3** 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。

$$\text{断水人口} = \text{全人口} \times \text{断水率}(y) \quad (4.1.3)$$

$$\text{直後} : y = \frac{1}{(1 + 0.0473x^{-1.61})} \quad (4.1.4)$$

$$1 \text{ 日後} : y = \frac{1}{(1 + 0.307x^{-1.17})} \quad (4.1.5)$$

$$2 \text{ 日後} : y = \frac{1}{(1 + 0.319x^{-1.18})} \quad (4.1.6)$$

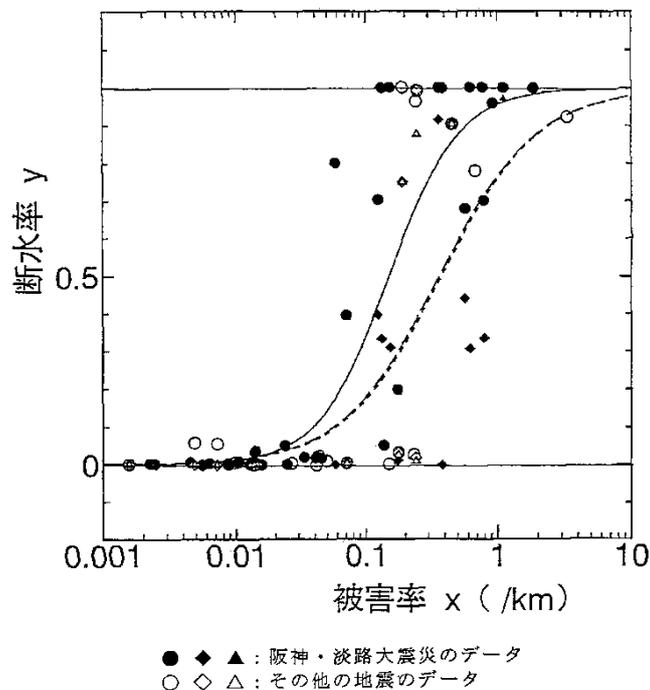


図 4.1.3 断水率と配水管被害率の関係（川上：1996<sup>[3]</sup>）

### ○ 1 週間後

南海トラフ巨大地震の想定では、能島ら(2003) [4]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) [5]を用いた。

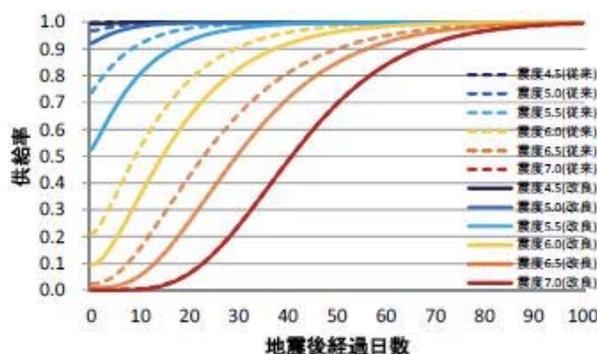


図 4.1.4 計測震度による供給率曲線の予測モデル (能島ら(2012) [5] : 上水道)

今回の断層型地震での被害は局所的なものであるなので、以下のように行う。

#### ・ 1 週間で復旧するか否かの判定

中央構造線断層帯の地震：1日後の断水率が5%未満なら復旧完了

他の6地震：1日後の断水率が15%未満なら復旧完了

中央構造線断層帯の地震の場合、県外の被災地域も広いので、人員不足・資材不足・交通の混乱等により復旧が円滑に進まないと考えられることから、復旧完了するのは被害が小さい市町村のみとする。

#### ・ 復旧完了しない場合の1週間後の断水率

直後の断水率の1/2としている被害想定事例が多い。能島らの方法でも、1週間後でおおよそ断水率は当初の50%に回復している。今回の想定地震での被害件数はいずれも南海トラフ巨大地震よりも少なく、復旧能力からすると1週間以内に復旧可能な量である。そこで、下式のように、1日後の断水率の1/2として1週間後の断水率を算出する。

$$1 \text{ 週間後の断水率} = 1 \text{ 日後の断水率} \times 0.5 \quad (4.1.7)$$

## 4.2 下水道被害の想定

岡山県の下水道普及率は、61.8%（平成24年3月末時点）である。

下水道の機能支障人口の想定フローを**図4.2.1**に示す。

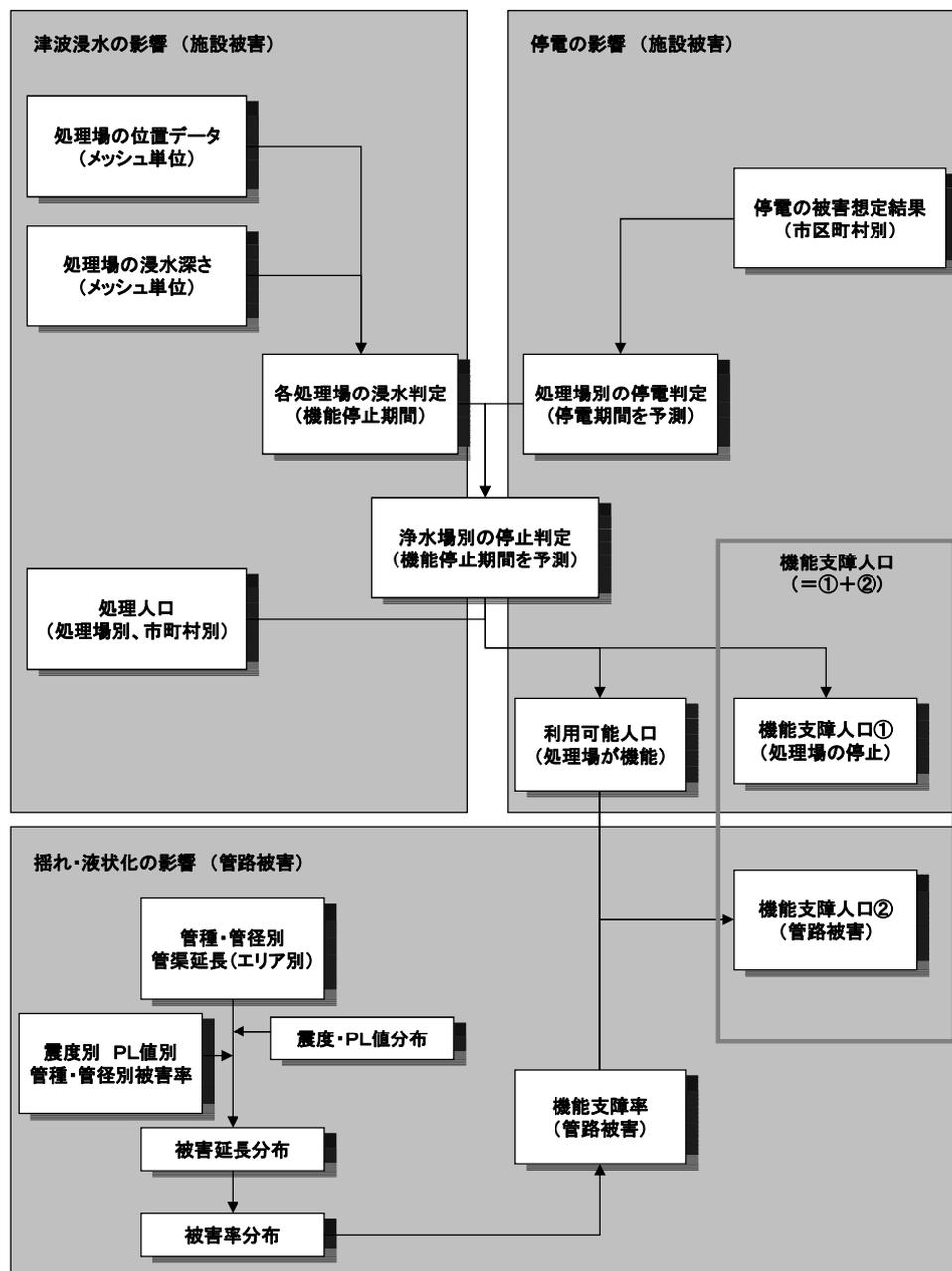


図4.2.1 下水道被害想定全体のフロー

### (1) 管きよの被害

下水道管きよの被害予測フローを、**図4.2.2**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)<sup>[1]</sup>も採用している（**表4.2.1**）。

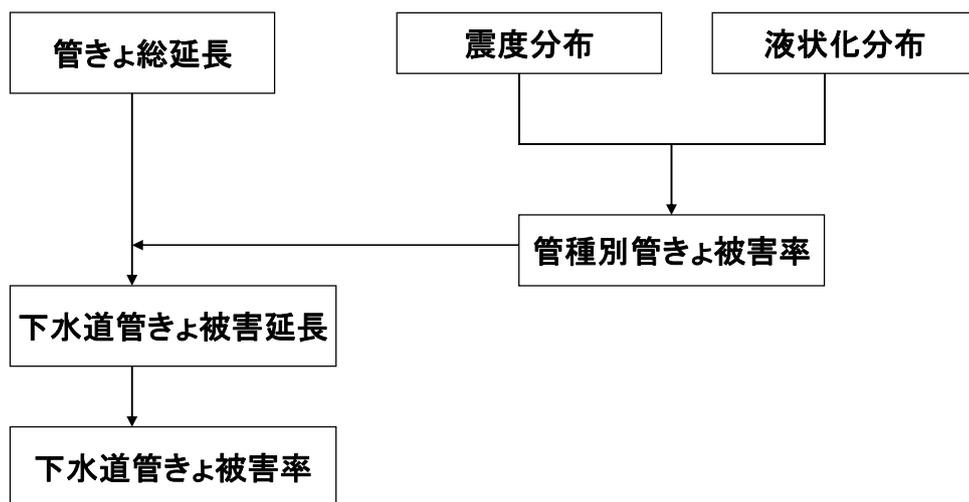


図4.2.2 下水道管きょ被害の予測フロー

表4.2.1 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 <sub>L</sub> 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 <sub>L</sub>	0.6%	1.3%	3.0%	6.5%	14.5%
	B	5 < P <sub>L</sub> ≤ 15	0.5%	1.0%	2.2%	4.8%	10.7%
	C	0 < P <sub>L</sub> ≤ 5	0.4%	0.9%	2.0%	4.5%	9.8%
	D	P <sub>L</sub> =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、②停電を考慮する(①津波浸水は断層型地震では生じない)。

## (3) 支障率と復旧予測

管路の被害率を支障率とし、当該市区町村の下水道処理人口にこれを掛け合わせることで、下水道機能支障人口を算出する。

復旧に関しては、内閣府(2008)<sup>[6]</sup>に基づき、応急復旧作業の1班あたりの作業量は、400 m/日・班を想定する。

## ○地震発生直後

発電機を設置している下水処理場も多いが、地震発生直後においては速やかに切り替えられない等の支障が生じる可能性があるため、停電率が高い市町村では、処理場の機能は停止するものとする。

○1日後

岡山県内では停電率が小さくなるので、管路の被害に基づく下水道機能支障人口とする。

○1週間後

復旧工事を行う業者は上水道と重複することが多く、その場合、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。したがって、上水道が復旧していない市町村は、1週間までは下水道管路の復旧は進まないものとする。上水道の復旧が完了している市町村は、下水道も完了とする。

○1ヶ月後

今回の想定では、南海トラフ巨大地震の想定よりも被害延長は短いので、1ヶ月後には復旧を完了している。

### 4.3 電力被害の想定

中国電力(株)から、営業所別の電柱本数、電灯軒数のデータ提供を受けた(平成24年度)。岡山県内の現況を表4.3.1に示す。地震被害想定においては、営業所単位の電柱本数を、建物棟数に比例配分して250mメッシュに按分し、揺れ等による被害を予測する。

表 4.3.1 電力施設の現況データ

電灯軒数(口)	1,199,798
電柱本数(本)	430,629
架空電線延長(km)	81,768
地中電線延長(km)	886

図4.3.1に電力の機能支障(停電軒数)の推定フローを示す。

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、電柱等の被害推定式は、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。

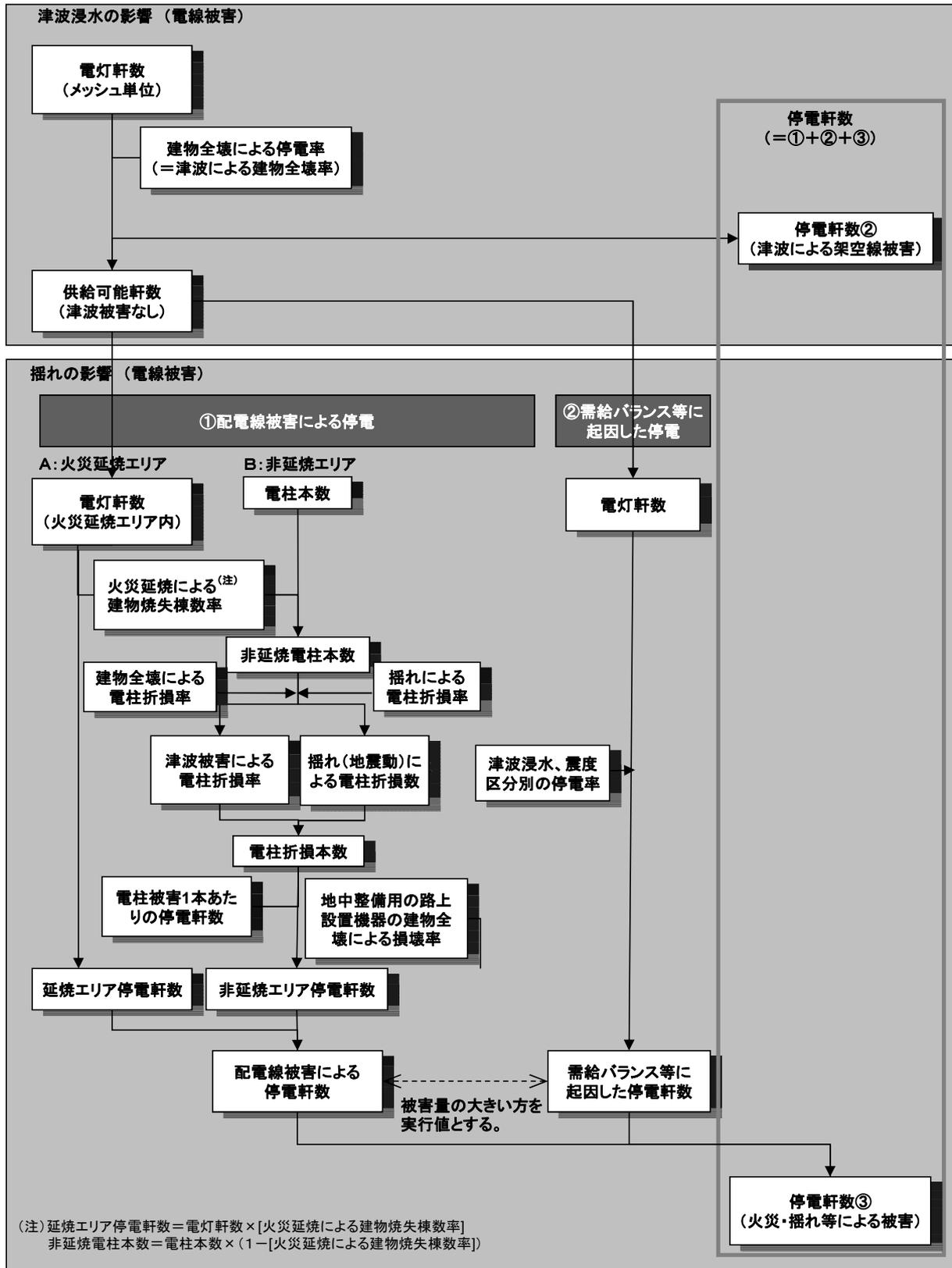


図4.3.1 停電軒数の算出フロー

#### (1) 電柱等の被害

- ・建物倒壊による巻き込まれ

阪神・淡路大震災の実態に基づく次式による

$$\text{電柱被害本数} = 0.17155 \times \text{木造建物全壊率} \times \text{電柱本数} \quad (4.3.1)$$

- ・揺れによる電柱折損率

$$\text{電柱被害本数} = \text{揺れによる電柱折損率 (表 4.3.2)} \times \text{電柱本数} \quad (4.3.2)$$

表4.3.2 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%

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)<sup>1</sup>）に対応する。地中設備については、架空に比べ延長が短く、損壊率も小さいので、停電への影響を無視し検討対象としない。

#### (2) 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（木造と非木造の差を考慮）。なお、焼失による停電軒数については、復旧想定の対象外とする。

#### (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本当たりの停電軒数は、神奈川県(2009)が1995年兵庫県南部地震での実績に基づいて設定した10.975を用いて算出する。

#### (4) 復旧予測

地震発生直後、1日後、1週間後、1ヶ月後、の4段階での復旧を予測する。

#### ○地震発生直後

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。東日本大震災においても、当日 20 時で神奈川県で 24%（震度 5 弱～5 強）、栃木県で 43%という停電率である。したがって、地震発生直後においては、震度に基づき停電率を想定するものとし、4.1 で示した能島らの方法<sup>[4][5]</sup>に基づき算出する（**図 4.3.2**）。

<sup>1</sup> 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

○1日後

一部の発電設備・変電設備に被害が生じたとしても、使用量も小さくなることもあり、系統切り替えによって、多くのエリアでは回復可能と考えられる。また、電柱等の被害の復旧作業を行うのは主に翌日以降と考えられる。したがって、1日後の停電軒数は(3)で示した電柱被害に基づく推定によるものとする。

○1週間後・1ヶ月後

南海トラフ巨大地震の想定では、能島らの方法で、上記の電柱被害に基づく1日後の停電率からの復旧推移と、**図4.3.3**の内閣府(2013)<sup>[1]</sup>における電力復旧推移から、1班3本/日程度の復旧効率を想定して矛盾しないことを確認しつつ想定した。

今回の想定では、いずれの場合も電柱の被害本数が多くないので、1週間以内に復旧するものとする。

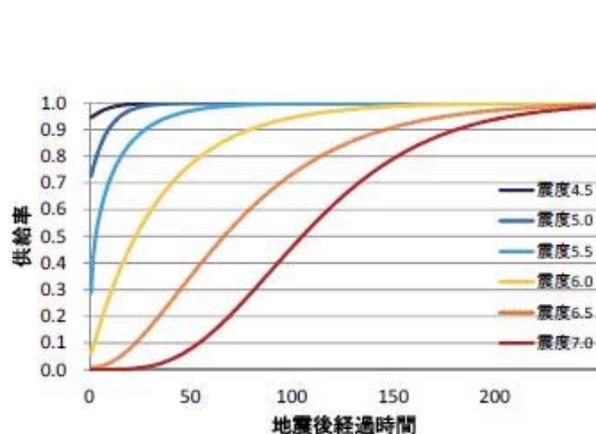


図 4.3.2 能島らによる震度と電力復旧推移の関係<sup>[5]</sup>

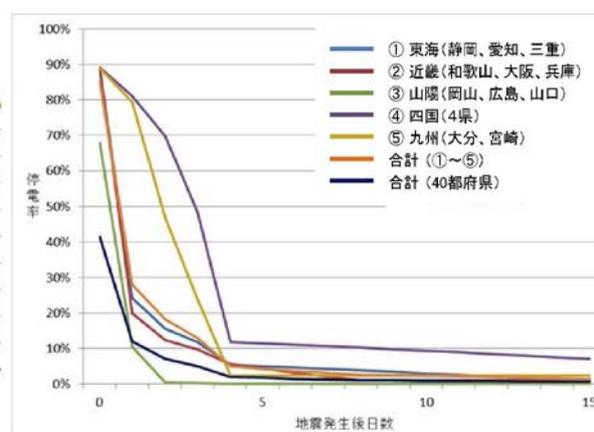


図 4.3.3 内閣府による電力復旧推移<sup>[1]</sup>

## 4.4 通信被害の想定

岡山県内の情報通信サービスの利用状況を表 4.4.1 に示す。

表 4.4.1 通信施設の現況データ

電話加入数	443,746
ブロードバンド契約数	475,296
携帯電話加入契約数	1,736,407

岡山県統計データ（平成 24 年度）より

### (1)機能支障・復旧予測

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、電力施設の復旧が先行し、それより少し遅れて通信が復旧していくと考える。

今回の想定では、電力はいずれの地震でも 1 週間以内に復旧すると考えられるので、通信も同様とする。

### (2)携帯電話

内閣府は、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）での手法を踏襲していると考えられる。通話規制による輻輳は考慮せず、停電率と固定電話の不通回線率から、携帯電話が不通となる可能性をエリアごと 3 段階で評価している。

表 4.4.2 携帯電話不通ランク

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

## 4.5 都市ガス被害の想定

岡山県内では、岡山ガス、水島ガス、津山ガスの3社が、都市ガスを供給している。各社の現況を表4.5.1に示す。

表 4.5.1 岡山県内の都市ガス事業の現況

	需要家件数	低圧管延長(km)
岡山ガス	118,763	1,844
水島ガス	20,508	569
津山ガス	7,016	137

岡山ガス：平成24年6月、水島ガス：平成25年5月、津山ガス：平成25年5月

図4.5.1に都市ガスの供給支障の想定フローを示す。

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。これに基づき、都市ガスの供給停止戸数を算出する。

復旧については、南海トラフ巨大地震の想定結果を基にし、管の被害件数に比例して日数を要するものとして算定する。

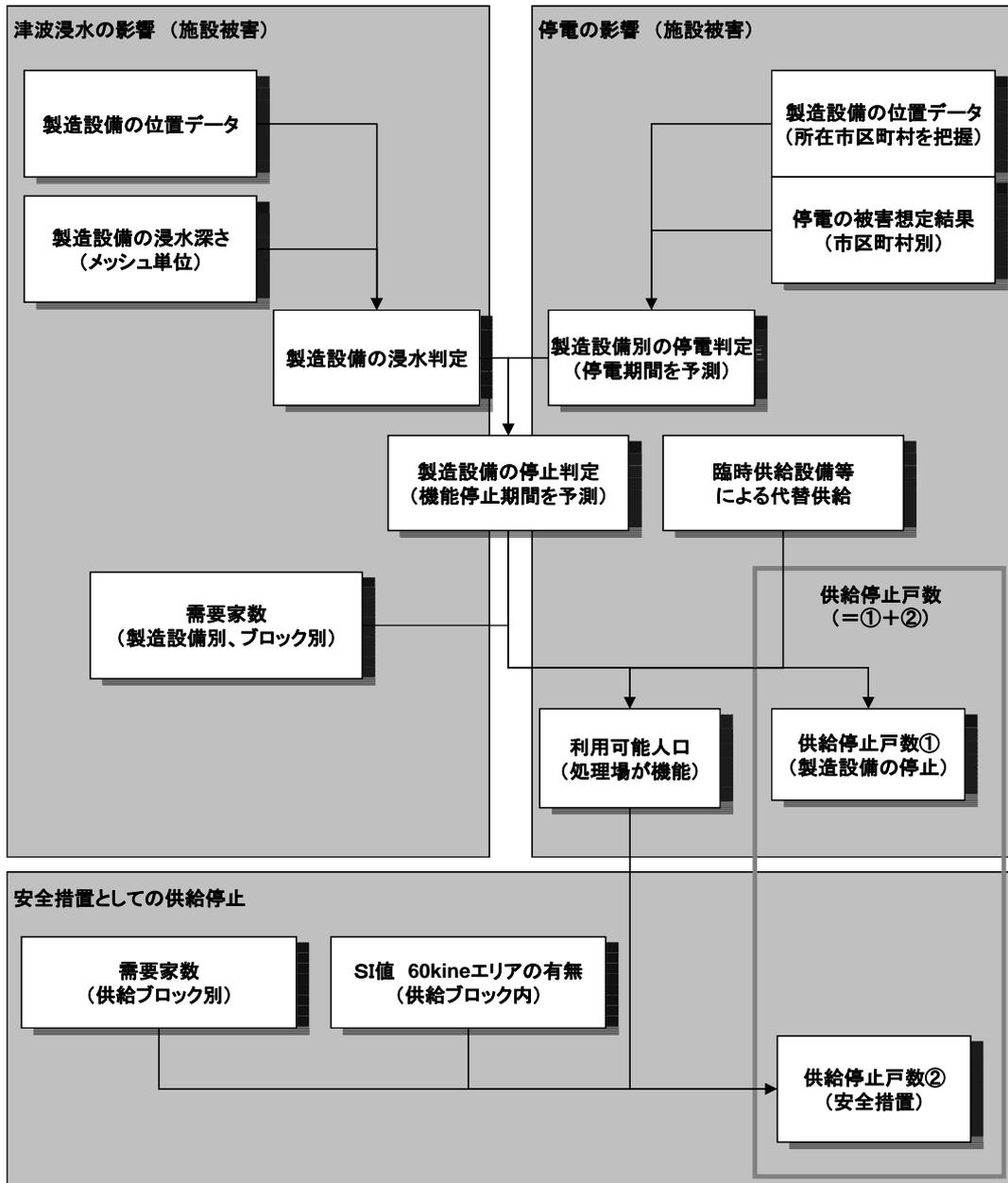


図4.5.1 都市ガスの供給停止戸数の想定フロー (内閣府 (2013) <sup>[1]</sup>に基づく)

#### 参考文献 [4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] 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
- [3] 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
- [4] 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
- [5] 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
- [6] 中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」：中部圏・近畿圏の内陸地震に係る被害想定手法（案）について～ 交通被害、ライフライン被害、孤立集落の発生など ～、第34回資料3、2008年5月

## 5. 交通施設被害の想定

### 5.1 道路施設被害の想定

#### 5.1.1 対象とする施設

道路施設被害については、発災時に確保すべき交通機能である、岡山県「緊急輸送道路ネットワーク計画図」に基づく緊急輸送道路の第1次、第2次、第3次路線を対象とする。

路線図を、**図 5.1.1** に示す。

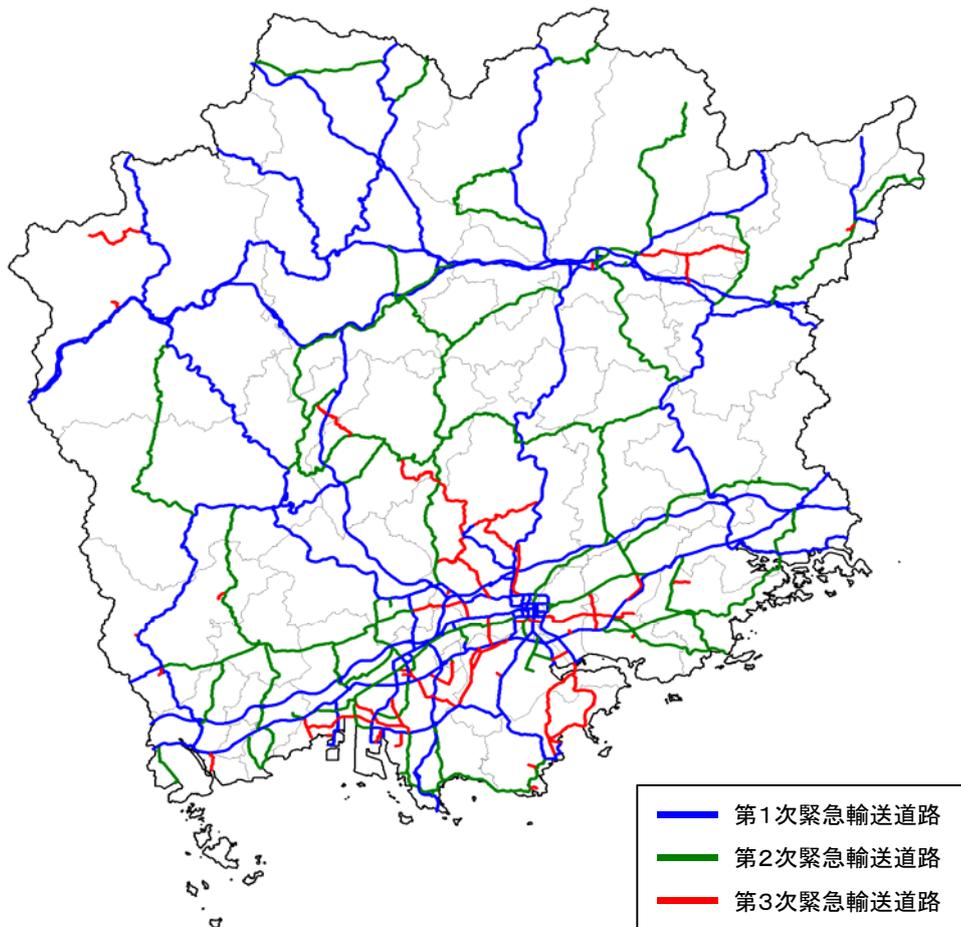


図5.1.1 緊急輸送道路

### 5.1.2 想定手法

内閣府(2013)<sup>[1]</sup>の想定手法を用いて、揺れによる道路施設被害箇所数を想定する。

図5.1.2に、揺れによる道路施設被害の想定フローを示す。

高速道路については、耐震性は十分に確保されているものとし、揺れによる被害は受けないものとする。

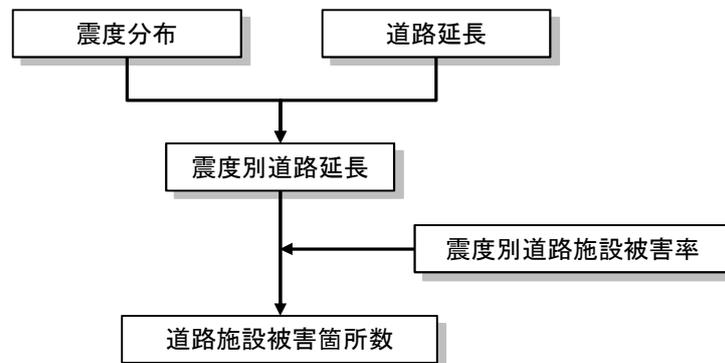


図5.1.2 揺れによる道路被害の想定フロー

(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5.1.1 参照

表5.1.1 震度別道路施設被害率

(直轄国道)

震度	道路施設被害率
震度4以下	—
震度5弱	0.035
震度5強	0.11
震度6弱	0.16
震度6強	0.17
震度7	0.48

(補助国道・都府県道・市町村道)

震度	道路施設被害率
震度4以下	—
震度5弱	0.016
震度5強	0.049
震度6弱	0.071
震度6強	0.076
震度7	0.21

(内閣府(2013))

## 5.2 鉄道施設被害の想定

### 5.2.1 対象とする路線

岡山県内の新幹線、在来線を対象とする。路線図を、**図5.2.1**に示す。



### 5.2.2 想定手法

内閣府(2013)<sup>[1]</sup>の想定手法を用いて、揺れによる鉄道施設被害箇所数を想定する。

図5.2.2に、被害の想定フローを示す。

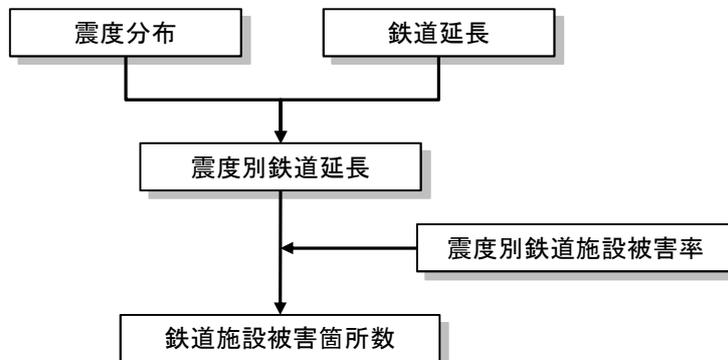


図5.2.2 揺れによる鉄道施設被害の想定フロー

(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5.2.1参照

表5.2.1 震度別鉄道施設被害率

震度	新幹線被害率	在来線等被害率
震度5弱	—	0.26
震度5強	0.26	1.01
震度6弱	0.4	2.03
震度6強以上	0.4	2.8

(内閣府(2013))

### 5.3 港湾施設被害の想定

#### 5.3.1 対象とする施設

被害予測の対象は、岡山県地域防災計画において、大規模地震対策の拠点港湾とされている宇野港、およびその補完港として位置づけられている水島港、岡山港、東備港、笠岡港を含む、10 港湾を対象とする。揺れによる被害想定では係留施設を対象とし、津波による被害想定では外郭施設のうち防波堤を対象とする。

#### 5.3.2 想定手法

内閣府(2013)<sup>[1]</sup>の想定手法を用いて、揺れによる港湾施設被害(係留施設)を想定する。

図 5.3.1 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。

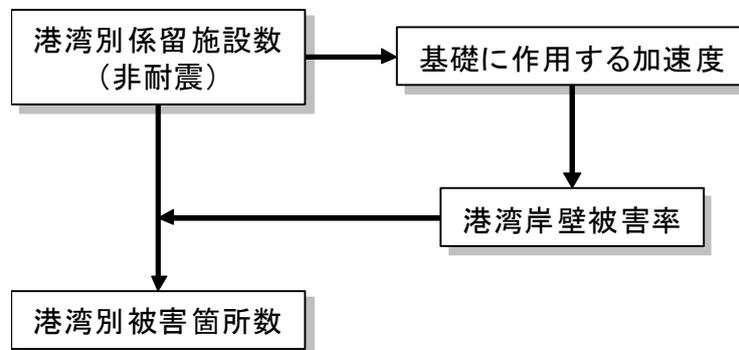


図5.3.1 揺れによる港湾施設の被害予測手順

揺れによる被害箇所数は、次式で算出する。

$$\text{係留施設の被害箇所数} = \text{係留施設数(非耐震)} \times \text{港湾岸壁被害率} \quad (5.3.1)$$

港湾岸壁被害率としては、図5.3.2に示すように、Ichii (2004)<sup>[2]</sup>による工学的基盤の加速度( $\text{cm/s}^2$ )と被害率の関係(Level-III)を用いる。

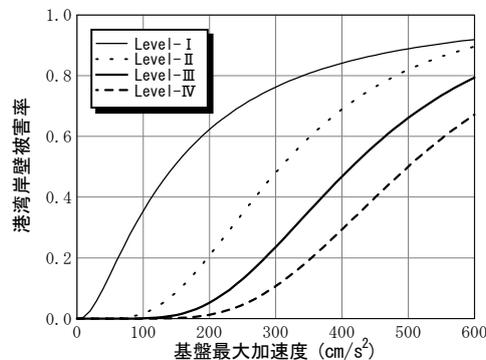


図5.3.2 港湾岸壁被害率の累積分布関数(Ichii<sup>[2]</sup>による)

## 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] Koji ICHII: FRAGILITY CURVES FOR GRAVITY-TYPE QUAY WALLS BASED ON EFFECTIVE STRESS ANALYSIS, 13th WCEE, 2004年

## 6. 生活支障等の想定

### 6.1 避難者数の想定

想定手法は、内閣府(2013)<sup>[1]</sup>における浸水区域外での方法を用いる。図6.1.1に、想定フローを示す。避難者は、建物被害による避難者と、ライフライン被害による避難者に分けて計算を行う。ライフラインの復旧程度を表す指標として、水道の断水率(4.1節)を用いる。

なお、避難所生活者と避難所外避難者数の比率(表6.1.1)、建物被害による避難率、断水時生活困窮度は内閣府(2013)を用いる。

表 6.1.1 避難所生活者：避難所外避難者の比率

	当日・1日後	1週間後	1か月後
津波浸水区域外	60:40	50:50	30:70

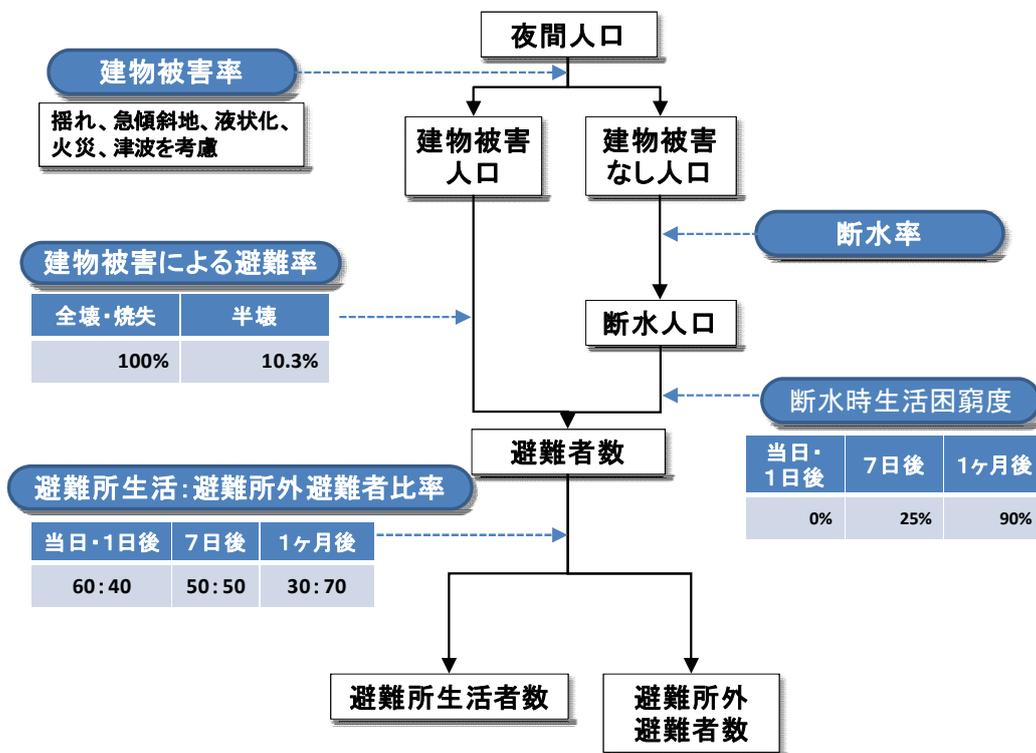


図6.1.1 避難者数の想定フロー

## 6.2 帰宅困難者数の想定

帰宅困難者の想定フローを図 6.2.1 に示す。赤枠で示した「平成 22 年国勢調査 従業地・通学地による人口・産業等集計」<sup>[2]</sup>に基づく結果を基本とする。このデータで考慮できない同一市町村内の移動、買い物客等の異動を青枠で示したように「第 3 回岡山県南都市圏パーソントリップ調査(平成 8 年)」<sup>[3]</sup>のデータに基づいて加算する。

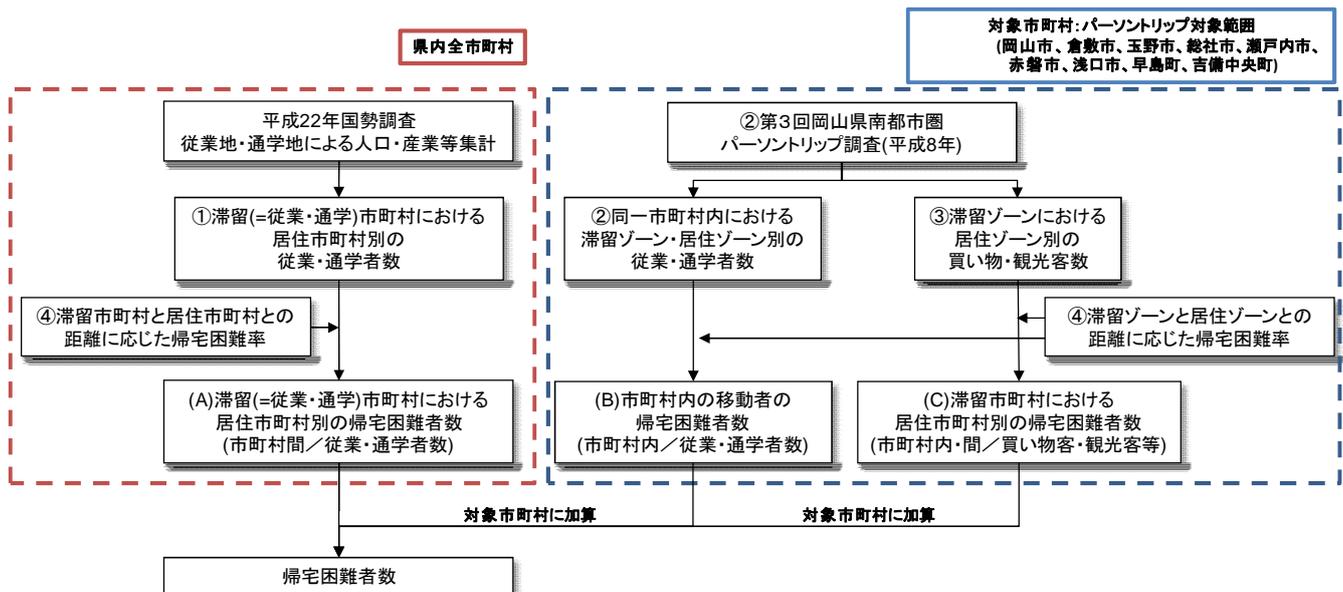


図 6.2.1 帰宅困難者推計の想定フロー

### ○帰宅困難者判定の条件

内閣府(2013)<sup>[1]</sup>の手法に基づき、1978 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 6.2.2)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 6.2.3)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

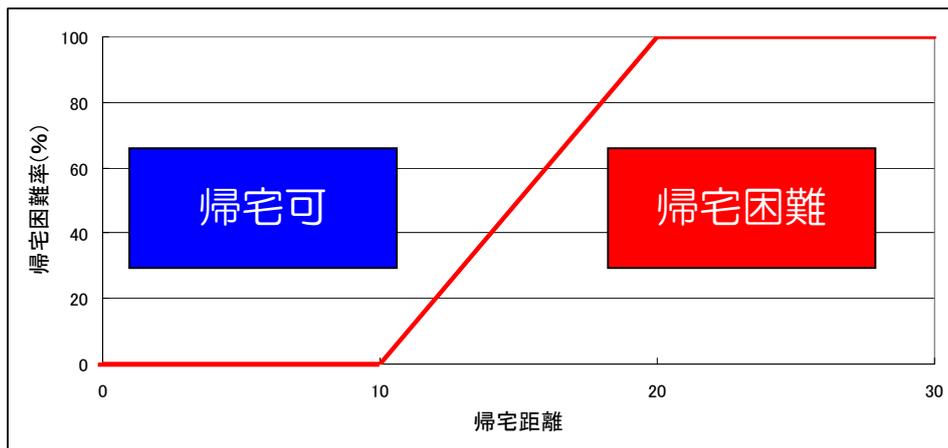


図 6.2.2 従来の帰宅困難率

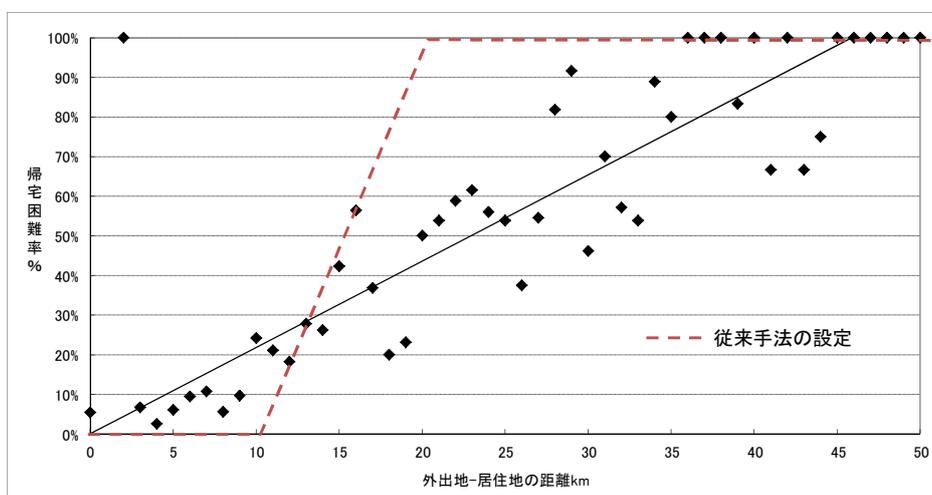


図 6.2.3 東日本大震災発災当日における外出距離別の帰宅困難率

なお、南海トラフ巨大地震の被害想定では、広域で強い揺れに見舞われることから、全県で鉄道の運行が長期間停止するものとして想定したが、断層型地震では早期に運行再開される区間も多いと考えられるので、想定地震ごとに運行が休止となる区間を想定して帰宅困難者を想定する。

### 6.3 医療機能支障の想定

内閣府(2013)<sup>[1]</sup>に基づき、(1)要転院患者数、(2)医療対応力不足数、を推計する。

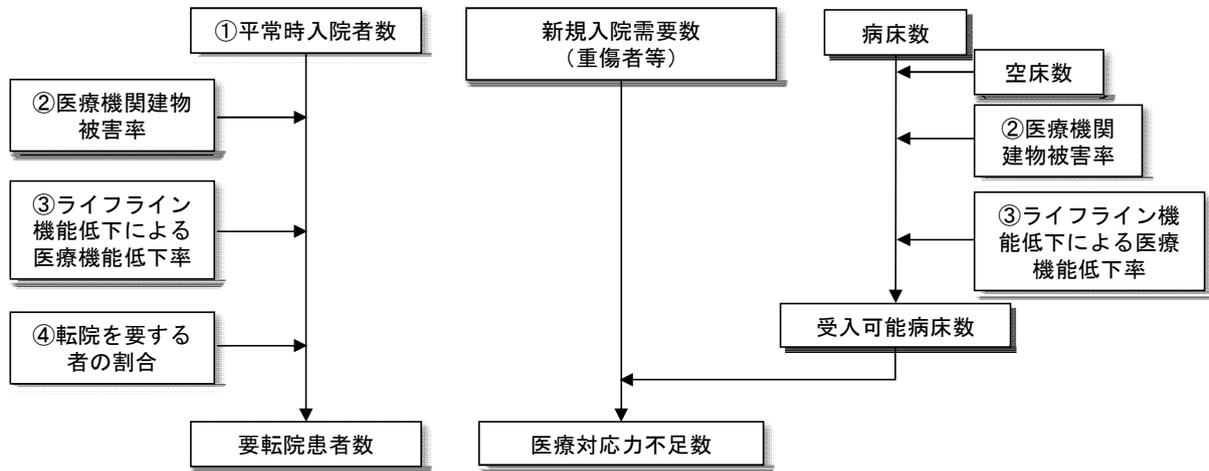


図 6.3.1 医療機能の想定フロー

#### (1) 要転院患者数

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

①～④は、以下の数値を用いる。

#### ①平常時入院者数

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。岡山県内では6強以上は一部であるので、医療機能(入院可能患者数)が30%ダウンすると仮定する。

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) 医療対応力不足数

(医療対応力不足数) = (入院需要) - (受け入れ可能病床数)

(入院需要) = (重傷者数) + (死者数 × 0.1) + (要転院患者数 : (1))

(受け入れ可能病床数) = (病床数) × (空床率) × (③医療機関建物被害率)  
× (④ライフライン機能低下による医療機能低下率)

## 6.4 災害廃棄物の想定

内閣府(2013)に基づき、**図 6.4.1** に示すフローで災害廃棄物を想定する。同図に示すように、建物被害棟数と1棟あたり平均床面積を基に被害を受けた建物の総床面積を推計し、床面積あたりの廃棄物発生量原単位を用いて総床面積から震災廃棄物発生量(トン)を推計する。

重量から体積への換算原単位を用いることで、体積も算出する。ただし、津波による廃棄物の体積については、重量から体積への換算原単位に関するデータがないため、想定量に含めない。

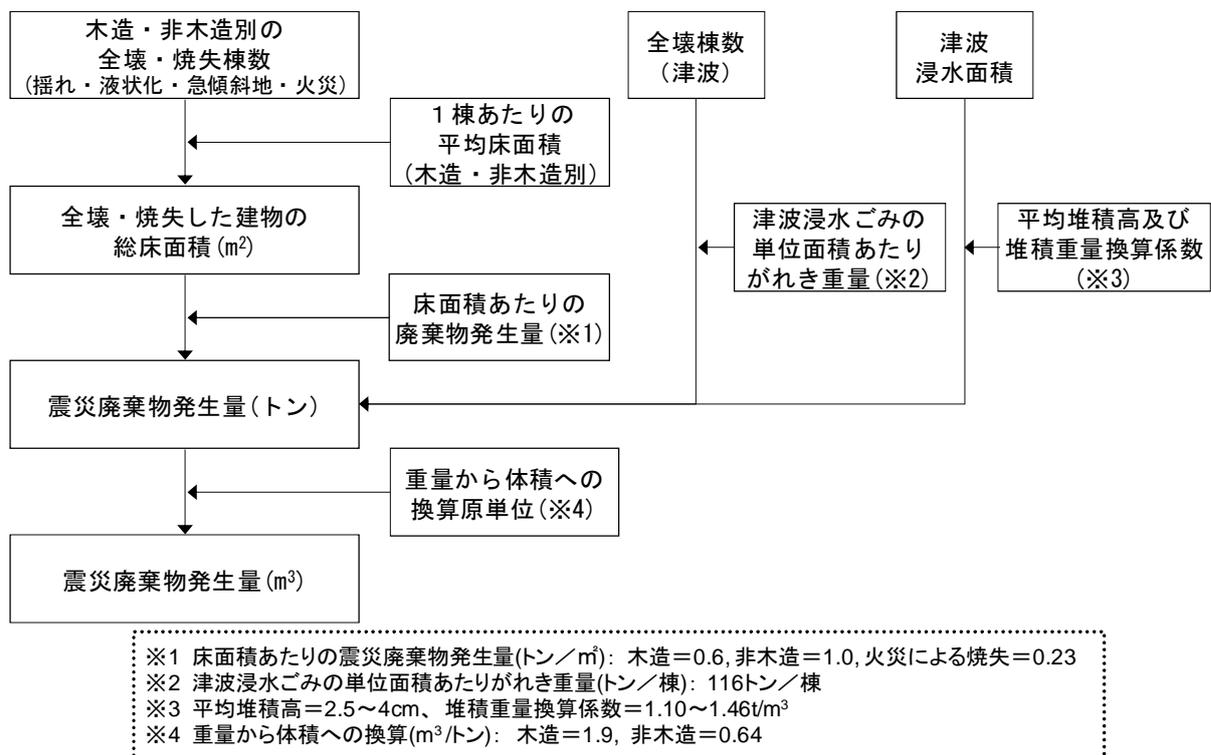


図6.4.1 災害廃棄物の想定フロー

## 6.5 孤立集落の発生

内閣府(2013)では、内閣府調査にて孤立可能性があると考えられた農業集落を対象とし、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、その後も継続的に見直しているものであり、岡山県内では434集落である。

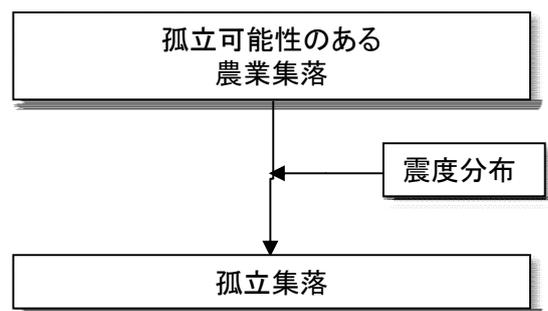


図6.5.1 孤立集落の被害想定フロー図

今回の断層型地震の想定では、震度6強以上となる地域は、局所的で拡がりがない。実際に孤立するか否かは、むしろ周辺の道路での揺れの大きさが重要であるので、必ずしも集落の中心位置での震度とは対応しないことになる。また、過去の地震災害の例でも、震度6弱でも急傾斜地崩壊等の斜面災害や橋梁・盛土の被害等は生じている。

そのような観点から、

「孤立可能性のある434のうち、震度6弱以上の集落」  
を図示し、地震時に孤立する可能性がある集落として抽出する。

### 参考文献 [6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] 岡山県南広域都市圏総合都市交通計画協議会：第3回 岡山県南広域都市圏パーソナリティ調査，1996年

## 7. 経済被害の想定

内閣府(2013)<sup>[1]</sup>に基づき、直接経済被害額を対象として、「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 7.1**に示す。

表 7.1 対象項目と被害量、原単位

対象項目		被害量	原単位
建物	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)
	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
	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	上水道	断水人口	人口あたり復旧額
	下水道	管渠被害延長	管渠被害延長あたり復旧額
交通施設	道路	道路被害箇所数	箇所あたり復旧額(道路種別)
	鉄道	道路被害箇所数	箇所あたり復旧額
	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
	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	
土地	農地	浸水被害推定面積	浸水被害面積あたり復旧事業 費
その他	災害廃棄物	災害廃棄物発生量	トンあたり処理費用

各項目の被害額の計算式を**式(7.1)～(7.11)**に示す。

(1) 住宅

$$\begin{aligned} \text{住宅被害額} &= (\text{構造別/住宅・非住宅別}) \text{全壊棟数} + \text{半壊棟数} \times 0.5 \\ &\times (\text{構造別/住宅・非住宅別}) \text{新規住宅1棟あたり工事必要単価} \quad (7.1) \end{aligned}$$

ここで、「建築統計年報」(平成22年度)における、岡山県の新規1棟あたり工事必要単価(=工事費予定総額÷工事予定建物棟数)として、

木造住宅：2,049万円

木造非住宅：2,344万円

木造非住宅：6,651万円

非木造非住宅：9,736万円

を用いる。

(2) 家庭用品

$$\begin{aligned} \text{家庭用品被害額} &= \text{被害住宅世帯数} \times 1 \text{世帯あたり評価単価} \\ &= (\text{倒壊棟数}) + (\text{全壊棟数} - \text{倒壊棟数}) \times 0.5 \times 1 \text{世帯あたり評価単価} \quad (7.2) \end{aligned}$$

ここで、(倒壊棟数) = (揺れによる全壊棟数) × 0.3 + (焼失棟数) + (津波による全壊棟数) としている(3割の比率は火災想定で用いた値である)。

また、1世帯あたり評価単価については、国税庁の「損失額の合理的な計算方法について」で示された世帯種別の評価単価と、国勢調査(平成22年)の岡山県における世帯種別世帯数を基に、岡山県市部を861.8万円、郡部を943.6万円とする。

(3) その他償却資産、棚卸資産(在庫)

$$\text{その他償却資産、棚卸資産被害額} = \text{県全体償却資産・棚卸資産額} \times \text{非住宅建物被害率} \quad (7.3)$$

ここで、岡山県全体の償却資産額、棚卸資産額は、国交省「治水経済調査マニュアル」(平成24年)の「産業分類別従業者1人あたり評価額」と経済センサス(平成21年)の「産業分類別従業者数」から、それぞれ2.7兆円、1.5兆円とする。

また、(非住宅建物被害率) = (非住宅全壊棟数 + 非住宅半壊棟数) / 非住宅棟数 として計算する。

(4) 上水道

$$\text{上水道被害額} = \text{断水人口} \times \text{人口あたり復旧額} \quad (7.4)$$

ここで、断水人口当たり復旧額は阪神・淡路大震災の実績である1.59万円を用いる。

(阪神・淡路大震災における復旧総額÷断水人口 = 約557億円÷約351万人 = 1.59万円)

(5) 下水道

$$\text{下水道被害額} = \text{管きょ被害延長} \times \text{被害延長あたり復旧額} \quad (7.5)$$

ここで、被害延長あたり復旧額は東日本大震災の実績である 31.97 万円/m を用いる。

(東日本大震災における復旧総額÷被害延長 = 約 3,550 億円÷約 1,110km = 31.97 万円/m)

6) 道路

$$\text{道路被害額} = \text{被害箇所数} \times \text{被害箇所あたり復旧額(直轄国道・地方道別)} \quad (7.6)$$

ここで、被害箇所あたり復旧額は、東日本大震災の実績である 9,857 万円/箇所(直轄国道・高速道路)、2,153 万円/箇所(地方自治体管理道路)を用いる。

7) 鉄道

$$\text{鉄道被害額} = \text{被害箇所数} \times \text{被害箇所あたり復旧額} \quad (7.7)$$

ここで、被害箇所あたり復旧額は東日本大震災での三陸鉄道、仙台空港鉄道等の実績である 2,300 万円/箇所を用いる。

8) 港湾

$$\text{港湾被害額} = \text{被災岸壁数} \times \text{岸壁あたり復旧額} \quad (7.8)$$

ここで、岸壁あたり復旧額は阪神・淡路大震災及び東日本大震災の実績を基に国土交通省が示した 30 億円/被害岸壁 を用いる。

9) その他土木施設

$$\text{その他土木施設被害額} = (\text{道路被害額} + \text{港湾被害額} + \text{下水道被害額}) \times \text{被害比率} \quad (7.9)$$

ここで、被害比率は、宮城県「東日本大震災による被害額 平成 25 年 2 月 12 日現在」における、「その他公共土木施設」被害額の「道路・港湾・下水道の合計被害額」に対する被害比率約 0.43 を用いる。

10) 農地

$$\text{農地被害額} = \text{浸水被害想定面積} \times \text{面積あたり復旧事業費} \quad (7.10)$$

ここで、面積あたり復旧事業費は、東日本大震災において津波で農地や農業関係施設が塩害等を受けたことによる被害額(農作物への被害は含んでいない)と、浸水被害を受けた農地面積を基に農林水産省が示した 3,287 万円/ha を用いる。

11) 災害廃棄物

$$\text{災害廃棄物被害額} = \text{災害廃棄物発生量} \times \text{トンあたり処理費用} \quad (7.11)$$

ここで、トンあたり処理費用は阪神淡路大震災の実績である 2.2 万円/トンを用いる。

## 参考文献 [7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