資料－４－２

被害想定手法

内閣府が手法を公表した項目

1　建物被害 …… 1
1.1 揺れによる建物被害 …… 1
1.2 人工造成地による建物被害 …… 4
1.3 液状化による建物被害 …… 5
1.4 土砂災害による建物被害 …… 8
1.5 地震火災による建物被害 …… 9
1.6 津波による建物被害 …… 12
1.7 津波火災による建物被害 …… 13
2　屋外転倒、落下物の発生 …… 15
2.1 ブロック塀等・自動販売機の転倒数 …… 15
2.2 屋外落下物の発生 …… 18
3　人的被害 …… 19
3.1 人口データの設定 …… 19
3.2 建物倒壊による人的被害 …… 20
3.3 土砂災害による人的被害 …… 23
3.4 火災による人的被害 …… 23
3.5 津波による人的被害 …… 26
3.6 屋内収容物移動・転倒、屋内落下物による人的被害 …… 30
3.7 ブロック塀等の倒壊による人的被害 …… 34
3.8 屋外落下物による人的被害 …… 36
3.9 揺れによる建物被害に伴う要救助者（自力脱出困難者） …… 37
3.10 津波被害に伴う要救護者・要捜索者 …… 37
4　ライフライン被害 …… 39
4.1 上水道 …… 39
4.2 下水道 …… 41
4.3 電力 …… 42
4.4 通信 …… 45
4.5 ガス …… 47
4.6 復旧日数（検討中） …… 48
5　交通施設被害 …… 50
5.1 緊急輸送道路 …… 50
5.2 鉄道 …… 51
5.3 港湾 …… 54
5.4 空港 …… 59
6　生活支障 …… 60
6.1 避難者 …… 60
6.2 帰宅困難者 …… 61
6.3 物資不足量 …… 62

6.4 仮設トイレ不足量 …… 63
6.5 医療機能支障 …… 63
6.6 エレベータ停止 …… 64
7 その他施設等の被害 …… 65
7.1 危険物施設 …… 65
7.2 重要施設（検討中） …… 66
7.3 ため池 …… 68
7.4 震災廃棄物 …… 70
7.5 漁業施設 …… 71
8 経済被害 …… 72
8.1 経済被害推計対象 …… 72
8.2 直接被害 …… 73
8.3 間接被害 …… 75

1　建物被害

1.1 揺れによる建物被害

揺れによる建物被害は、被害率曲線を用いる手法を採用する。想定手法は、全壊棟数は内閣府（2012）を用い、半壊棟数は前回調査（2007）を用いる。

〇想定内容：全壊棟数、半壊棟数

〇採用機関：広島県（2007）、内閣府（2012）、東京都（2012）、群馬県（2012）、島根県（2012）

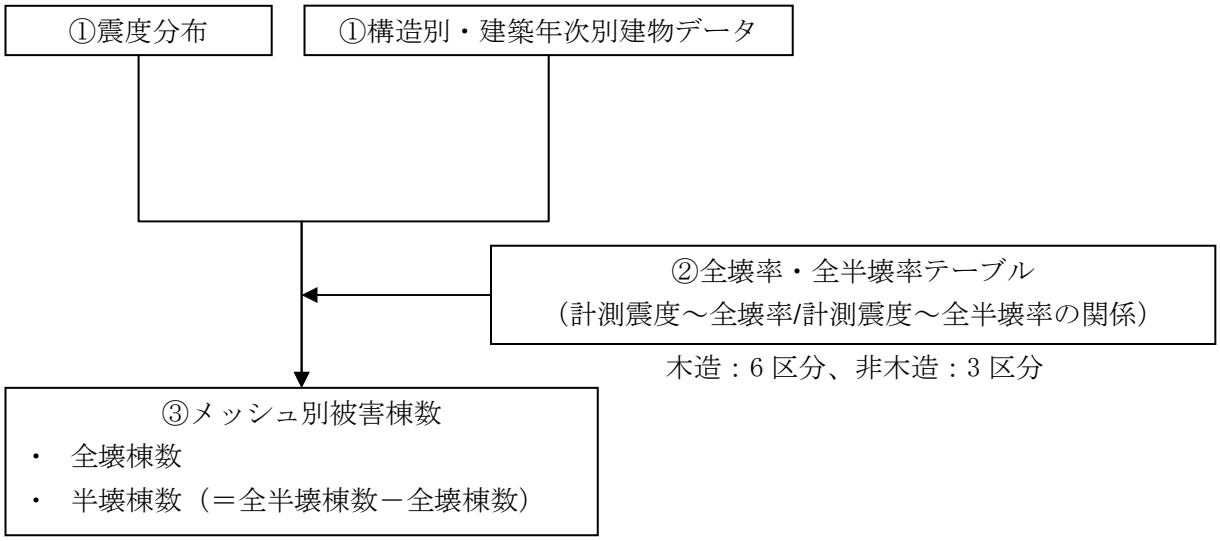


図 1-1　揺れによる建物被害の想定フロー

① 震度分布と建物データから、250m メッシュごとの全壊棟数、半壊棟数を想定する。丘陵地・台地にある面積 10ha 以上の宅地造成地内の建物被害は、盛土部における地震動の増幅効果を考慮して被害の割増を行う。

② 全壊率テーブルは内閣府（2012）（図 1-2）を用い、全半壊棟数は阪神・淡路大震災の被害実績を基に設定した東京都（2006）を用いる。建物の分類は、構造（木造/非木造）、用途（住家/非住家）、建築年代（木造 6 区分、非木造 3 区分）とする。

③ 半壊棟数は、全半壊棟数から全壊棟数を差し引くことにより算出する。

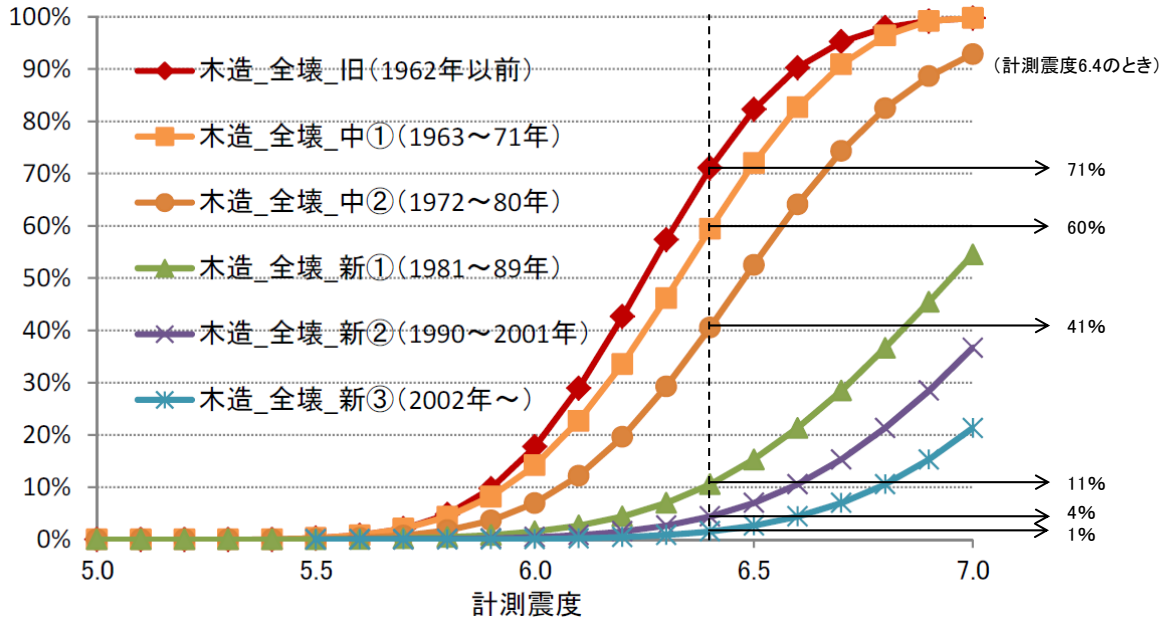


図 1-2（1） 全壊率曲線（木造）

出典：内閣府（2012）

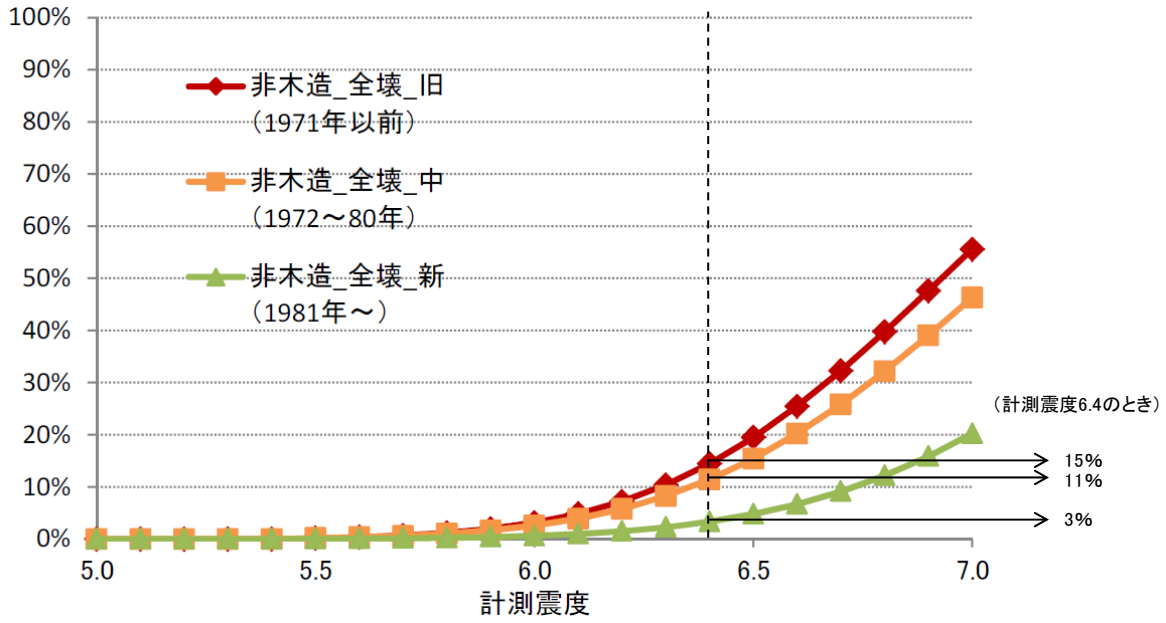


図 1-2（2） 全壊率曲線（非木造）

出典：内閣府（2012）

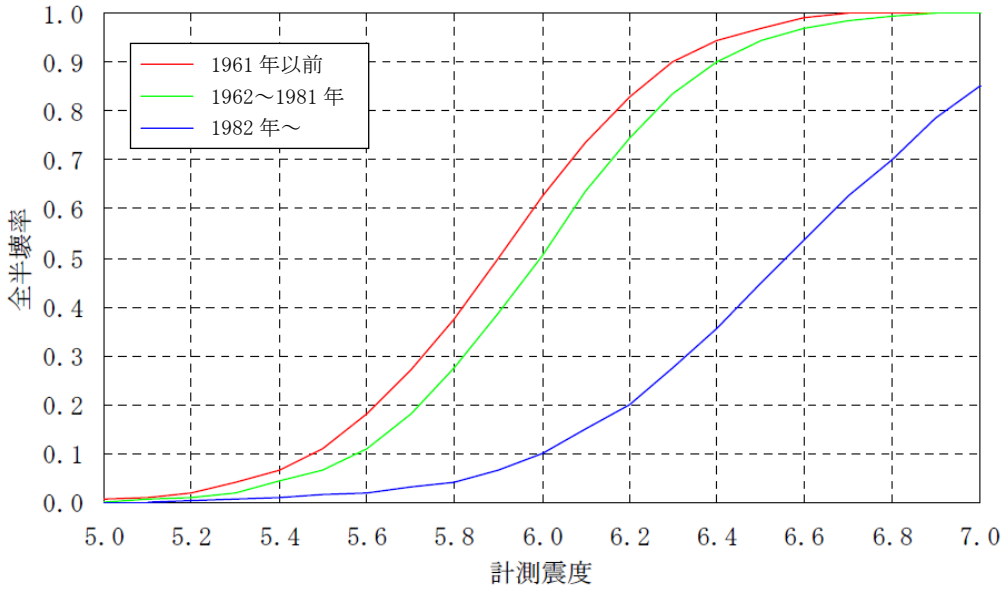


図 1-3（1）　木造建物の全半壊率

出典：東京都（2006）

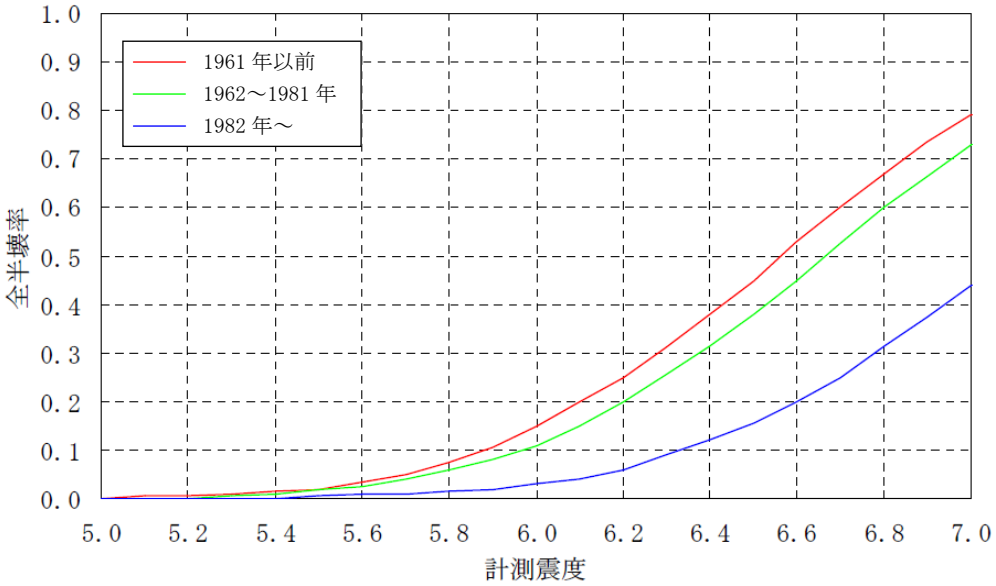


図 1-3（2）　非木造建物の全半壊率

出典：東京都（2006）

1.2 人工造成地による建物被害

人工造成地による建物被害は、造成地盛土内の被害棟数を一定量増分させる手法を採用する。想定手法は、前回調査（2007）を用いる。
○想定内容：全壊棟数、半壊棟数
○採用機関：広島県（2007）

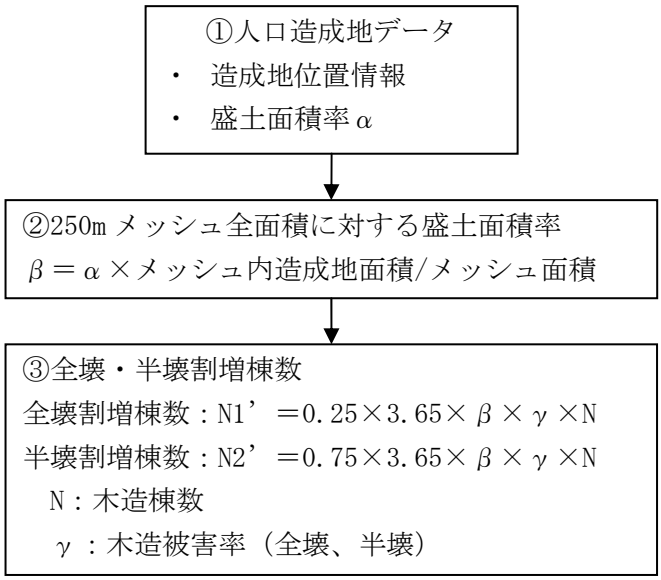


図 1-4　人口造成地における割増被害棟数の想定フロー

① 県内 23 市町から、丘陵地・台地における面積 10ha 以上の宅地造成地（住宅・工業・商業・流通団地）の位置情報を収集し、整理する。各人工造成地の盛土面積率α（造成地全面積に対する盛土部の面積割合）は広島大学の研究データを利用する。盛土面積率が調査されていない造成地は、他の造成地の平均値を利用する。（出典：「平成 17 年度地域防災ネットワーク成果報告書（広島大学・地域防災ネットワーク、広島大学災害軽減プロジェクト研究センター）」）

② 次に、各人工造成地の盛土面積率αを用いて、250m メッシュ全面積に対する盛土面積率βを算出する。

③ 250m メッシュごとに算出された揺れによる木造被害棟数（全壊＋半壊）のうち、造成地盛土内のものについては、被害棟数を 3.65 倍した増分を加える。このとき、メッシュ内の被害棟数は均等に分布しているものとする。被害の割増係数 3.65 は、損害保険料算定会の「人工地盤における地震被害予測に関する研究（1992）」において、1978 年宮城県沖地震における仙台市及びその周辺の丘陵地・台地の宅地造成地の被害実態から設定したものである。割増した被害棟数のうち、25%を全壊棟数、75%を半壊棟数とする。なお、被害の割増は、盛土部分で地震動が増幅し、揺れによる被害が増加する効果を対象としたもので、造成地盛土が崩壊することによる周辺の建物被害は対象としない。

1.3 液状化による建物被害

液状化による建物被害について、全壊棟数は、液状化による地盤沈下量と全壊率テーブルとの関係から求め、半壊棟数は、PL 値から液状化ランクを設定し、被害率を乗じて算出する手法を採用する。想定手法は、全壊棟数は内閣府（2012）を用い、半壊棟数は前回調査（2007）を用いる。

○想定内容：全壊棟数、半壊棟数

○採用機関：広島県（2007）、内閣府（2012）

1.3.1 液状化による建物被害（全壊棟数）

想定手法は、内閣府（2012）を用いる。

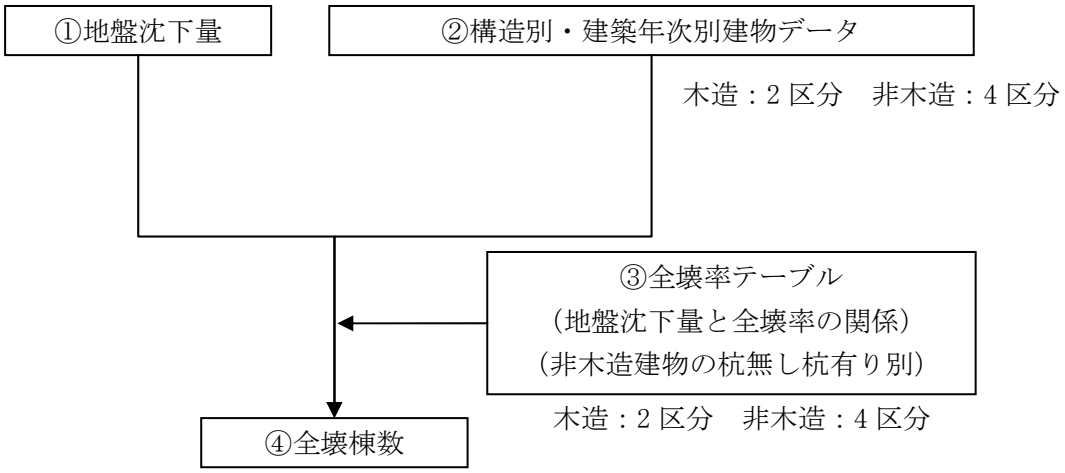


図 1-5　液状化による被害棟数（全壊棟数）の想定フロー

① メッシュごとの地盤沈下量を算出する（資料 1-2 参照）。

② 構造（木造/非木造）、用途（住家/非住家）、建築年代（木造 2 区分、非木造 4 区分）別の建物データを整理する。

③ 全壊率テーブルは内閣府（2012）（図 1-6、図 1-7）を用いる。非木造の杭の有無については、広島県での調査結果がないため、栃木県の調査結果（2004）（表 1-1）を用いる。

表 1-1　非木造建物の杭打ち率（栃木県、2004）

区分	ＲＣ造		Ｓ造	
	支持杭・摩擦杭	直接基礎	支持杭・摩擦杭	直接基礎
1～3 階	45%	55%	15%	85%
4 階以上	70%	30%	55%	45%

出典：自治体の地震被害想定における被害予測手法の調査（損害保険料率算出機構：平成 18 年 7 月）

④ 地盤沈下量と全壊率テーブルの関係から液状化による全壊棟数を算出する。

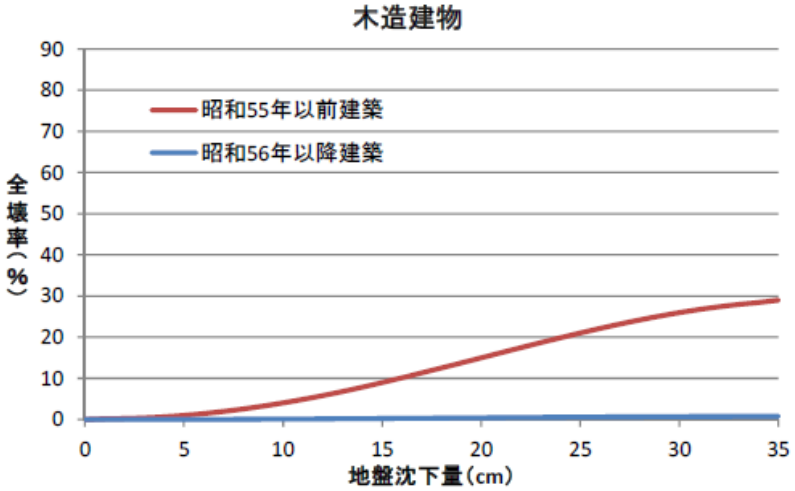


図 1-6　木造建物全壊率

出典：内閣府（2012）

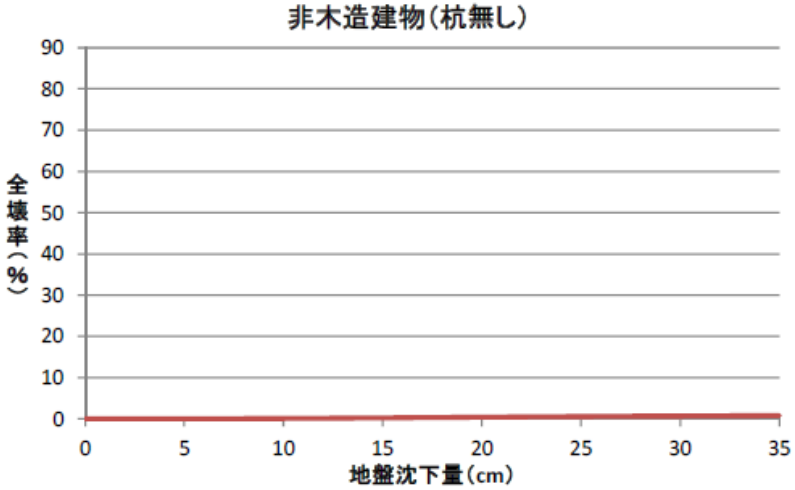


図 1-7（1）　非木造建物全壊率

出典：内閣府（2012）

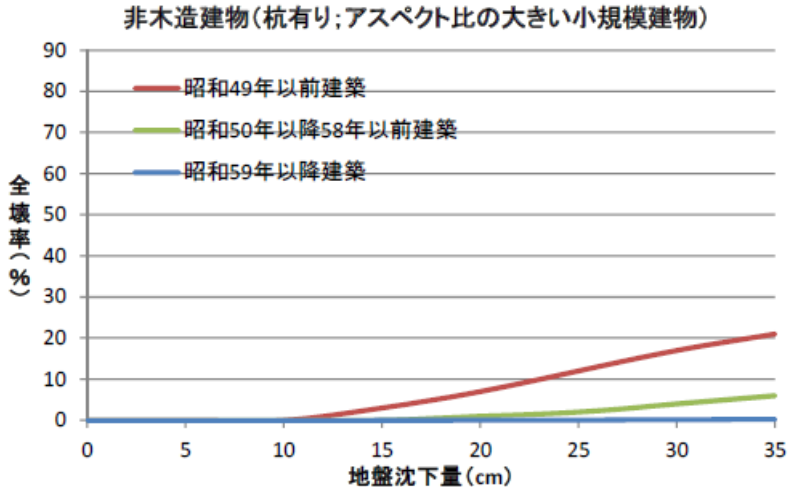


図 1-7（2）　非木造建物全壊率

出典：内閣府（2012）

1.3.2 液状化による建物被害（半壊棟数）

想定手法は、前回調査（2007）と同様に、中央防災会議「首都直下地震に係る被害想定」（2006）を用いる。

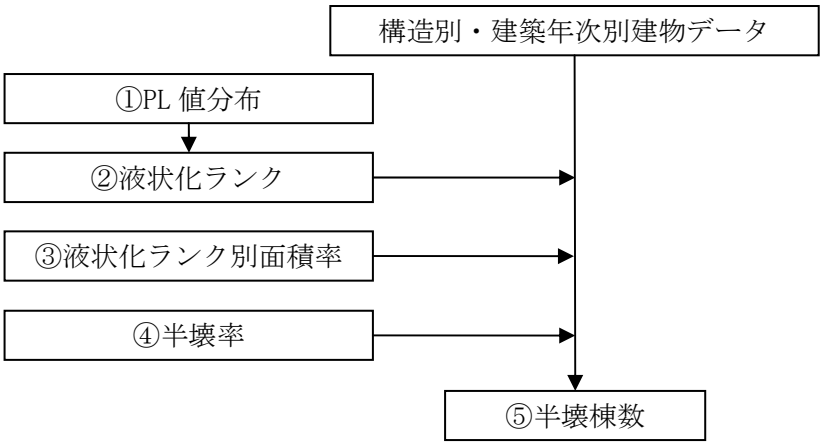


図 1-8　液状化による被害棟数（半壊棟数）の想定フロー

① PL 値（液状化指数：地震動、地盤特性、地下水位から求められる液状化しやすさを表す指標）をメッシュごとに算出する。（資料 1-2 参照）

② 建物棟数データとメッシュの PL 値から、250m メッシュごとの半壊棟数を想定する。液状化ランクは次のとおりである。

表 1-2　液状化ランク

ランク	PL 値
A	15.0＜PL
B	5.0＜PL≦15.0
C	0.0＜PL≦5.0

③ 液状化ランク別面積率

表 1-3　液状化ランク別面積率

ランク	面積率
A	18%
B	5%
C	2%

※1964 年新潟地震時の液状化発生状況に基づき設定

④ 半壊率は和歌山県（2006）を用いる。

表 1-4　半壊率

構造	木造		非木造	
建築年次等	1961 年以前	1962 年以降	1982 年以降の 1～3F の 80%及び 1981 年以前の 1～3F の建物	4F 以上及び 1982 年以降の 1～3F の 20%の建物
半壊率	12.9%	18.0%	30.0%	0.0%

⑤ 被害棟数算出式は次のとおりである。

半壊棟数＝建物棟数×液状化面積率×半壊率

1.4 土砂災害による建物被害

土砂災害による建物被害は、危険箇所の保全人家戸数と危険度ランク、崩壊確率から被害棟数を算出する手法を採用する。想定手法は、内閣府（2012）を用いる。
〇想定内容：全壊棟数、半壊棟数
〇採用機関：広島県（2007）、内閣府（2012）、東京都（2012）、群馬県（2012）、島根県（2012）

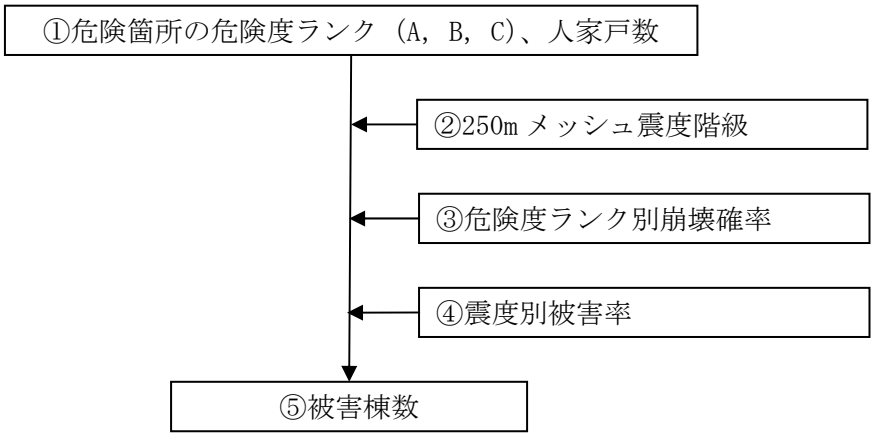


図 1-9　土砂災害による被害棟数の想定フロー

① 急傾斜地崩壊危険箇所を対象として、中央防災会議（2006）を基に地形地質状況等を点数付けし、その合計点数（基準要素点）に応じて耐震ランク（A、B、C）を設定する（資料 1-2 参照）。地すべり危険箇所については、既往調査の危険度ランクを耐震ランクと読み替えて、耐震ランクとメッシュ震度から急傾斜地崩壊危険箇所と同様に危険度を判定する。
② 地震動の計算により、250m メッシュ震度を算出する。
③ 危険度ランク別の崩壊確率は、近年発生した直下地震の事例（新潟県中越地震、新潟県中越沖地震、岩手・宮城内陸地震）を踏まえ、次のように設定する（ランク B、C の崩壊確率はゼロ）。

表 1-5　危険度に対する崩壊確率

ランク	崩壊確率
A	18%

出典：内閣府（2012）

④ 震度別被害率について、全壊率は中央防災会議（2006）を用い、半壊率は静岡県（2001）の被害率を用いる。

表 1-6　震度別被害率

震度階級	～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%

⑤ 被害棟数算出式は次のとおり。
全壊棟数＝危険箇所内人家戸数×崩壊確率×全壊率×（1－広島県の急傾斜地崩壊危険所整備率）
半壊棟数＝危険箇所内人家戸数×崩壊確率×半壊率×（1－広島県の急傾斜地崩壊危険所整備率）
出典：内閣府（2012）

1.5 地震火災による建物被害

火災による建物被害は、出火件数と消防力の運用及び延焼クラスターにより焼失棟数を算出する手法を採用する。想定手法は、内閣府（2012）を用いる。
○想定内容：焼失棟数
○採用機関：内閣府（2012）、東京都（2012）

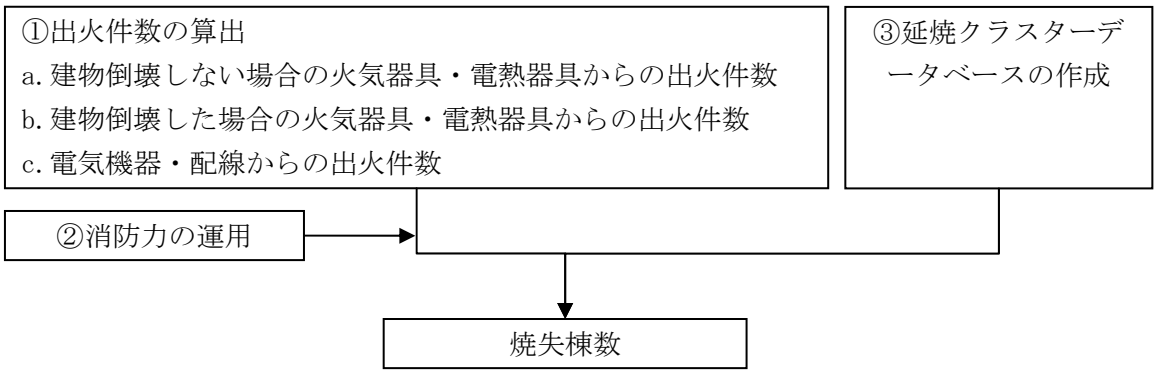


図 1-10　火災による焼失棟数想定フロー

① 出火件数の算出

- 出火要因の多くを占める火気器具、電熱器具からの出火を取り扱う。
- a. 建物倒壊しない場合の火気器具・電熱器具からの出火、b. 建物倒壊した場合の火気器具・電熱器具からの出火、c. 電気機器・配線からの出火の 3 つに分けて出火件数を算出する。

a. 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の出火は、震度別・用途別・季節時間帯別の全出火率（表 1-8）を設定し、算出する。
- 震度別の初期消火成功率（表 1-7）を考慮して炎上出火件数を算出する。初期消火成功率は、東京消防庁出火危険度測定（第 8 回、平成 23 年）における住宅の初期消火成功率を適用する。
- 算出式は次のとおりである。

全出火件数＝震度別用途別出火率×用途別建物棟数
炎上出火件数＝（1－初期消火成功率）×全出火件数

表 1-7　初期消火成功率

震度階級	6 弱以下	6 強	7
初期消火成功率	67%	30%	15%

出典：内閣府（2012）

表 1-8　震度別用途別出火率（季節時時間帯別）

冬深夜

	震度 5 弱	震度 5 強	震度 6 弱	震度 6 強	震度 7
飲食店	0.0003%	0.0009%	0.0047%	0.0188%	0.066%
物販店	0.0001%	0.0004%	0.0013%	0.0059%	0.051%
病院	0.0002%	0.0004%	0.0014%	0.0075%	0.118%
診療所	0.0000%	0.0002%	0.0005%	0.0018%	0.007%
事務所等その他事務所	0.0000%	0.0001%	0.0004%	0.0020%	0.011%
住宅・共同住宅	0.0002%	0.0006%	0.0021%	0.0072%	0.026%

夏 12 時

	震度 5 弱	震度 5 強	震度 6 弱	震度 6 強	震度 7
飲食店	0.0029%	0.0076%	0.0346%	0.1152%	0.331%
物販店	0.0005%	0.0015%	0.0071%	0.0253%	0.123%
病院	0.0009%	0.0016%	0.0070%	0.0296%	0.313%
診療所	0.0004%	0.0004%	0.0016%	0.0050%	0.023%
事務所等その他事務所	0.0005%	0.0017%	0.0083%	0.0313%	0.183%
住宅・共同住宅	0.0003%	0.0003%	0.0013%	0.0043%	0.021%

冬 18 時

	震度 5 弱	震度 5 強	震度 6 弱	震度 6 強	震度 7
飲食店	0.0047%	0.0157%	0.0541%	0.1657%	0.509%
物販店	0.0007%	0.0022%	0.0085%	0.0302%	0.158%
病院	0.0008%	0.0017%	0.0072%	0.0372%	0.529%
診療所	0.0004%	0.0010%	0.0036%	0.0130%	0.041%
事務所等その他事務所	0.0003%	0.0012%	0.0052%	0.0216%	0.177%
住宅・共同住宅	0.0010%	0.0034%	0.0109%	0.0351%	0.115%

出典：内閣府（2012）

b. 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。
- 時刻補正係数は 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

ここで、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）

c. 電気機器・配線からの出火

・ 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。

電気機器からの出火件数＝0.044%×全壊棟数
配線からの出火件数＝0.030%×全壊棟数

② 消防力の運用

・ 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次式を適用する。
・ 消防ポンプ自動車数、小型動力ポンプ数及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（発災直後；1 時間後）を算出し、想定される炎上出火件数とを比較し、消火されなかった火災が延焼拡大すると考え、残火災件数（延焼拡大件数）を求める。
・ 次式は、阪神・淡路大震災（平均風速約 3m/s）のデータに基づき、消防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が考えられる。次式における 0.3 は、風速による消火可能件数を補正する係数であり、風速 8m/s では 0.2 とする。
・ 消防力の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。

消火可能件数（発災直後）＝0.3×（消防ポンプ自動車数/2＋小型動力ポンプ数/4）
× {1－（1－3.14×140^2/市街地面積（m^2））^{水利数}}
残火災件数＝炎上出火件数―消火可能火災件数

出典：内閣府（2012）

③ 延焼クラスターデータベースの作成

・ 延焼クラスター※に基づく地震火災リスク算出手法（加藤ら、2006）を用いる。本手法は、残火災件数を用いて 1 棟あたりの残火災件数期待値（件/棟）を求め、それに対して延焼クラスターデータベースを適用し、焼失棟数期待値を算出するものである。
・ 建物単体のデジタルマップ（電子地図）を用いる手法であり、市街地の空間特性をよく反映したものである。

※延焼クラスター（延焼運命共同体）とは、風速・風向及び建物構造から延焼限界距離を求め、この距離内に連担する建物群を一体的に延焼する可能性のある塊としてみなしたもの。

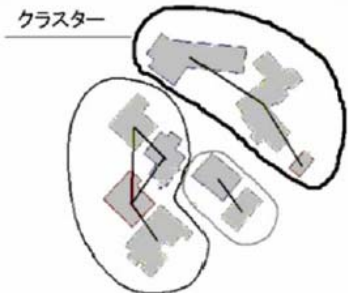


図 1-11　延焼クラスターデータベースのイメージ

出典：内閣府（2012）

1.6 津波による建物被害

津波による建物被害は、人口集中地区とそれ以外の地区で浸水深別・建物構造別被害率を設定して算出する手法を採用する。想定手法は、内閣府（2012）を用いる。
○想定内容：全壊棟数、半壊棟数
○採用機関：内閣府（2012）

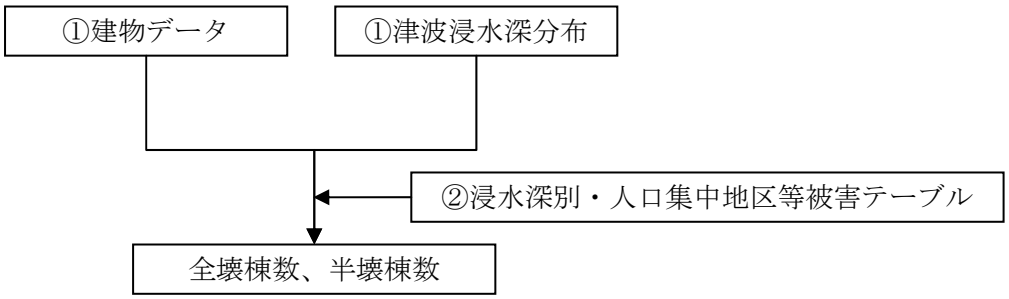


図 1-12　津波による被害棟数の想定手法

① 建物棟数データと津波浸水深データから、250m メッシュごとの全壊棟数、半壊棟数を想定する。想定手法は、内閣府（2012）を用いる。浸水深データは、津波浸水予測における堤防が機能しなくなる場合（震度 6 弱以上の地域では 1/3 の海岸堤防構造物が破損、震度 6 強以上の地域では 1/2 が破損すると想定※1＝震度 6 弱以上の地域を対象）の計算結果を用いる。
② 人口集中地区※2 とそれ以外の地区で浸水深別・建物構造別被害率を分析し、浸水深ごとに被害率を設定する。
※1 河川堤防のような土堤は、25%の高さは機能すると想定。
※2 人口密度が 4,000 人/km^2 以上の基本単位区等が市区町村区域内で互いに隣接して、それらの隣接した地域の人口が国勢調査時に 5,000 人以上を有する地区（出典：総務省 HP）

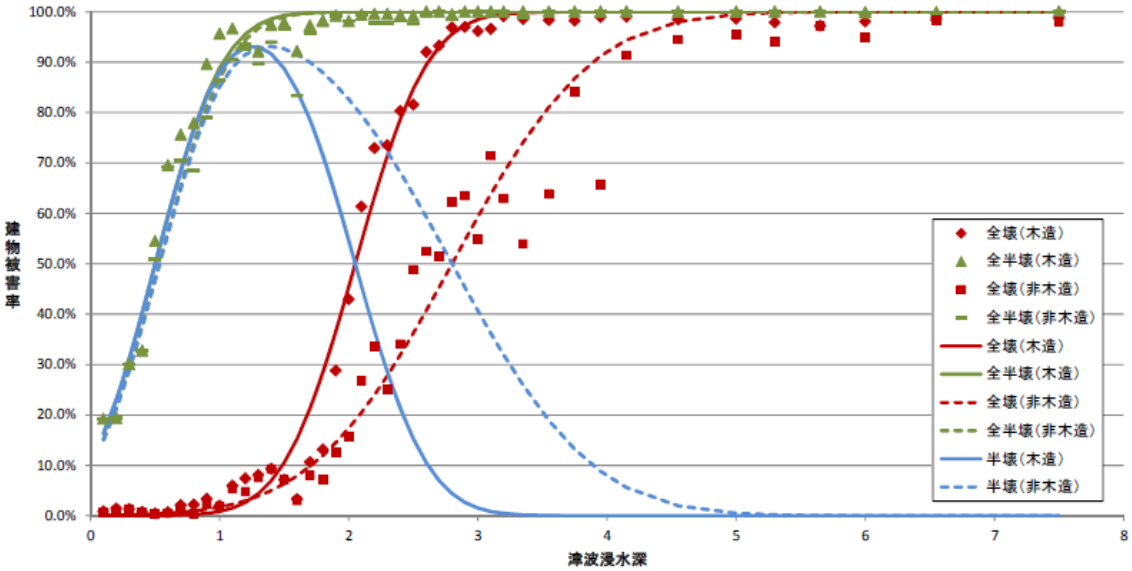


図 1-13　津波浸水深ごとの建物被害率（人口集中地区）

出典：内閣府（2012）

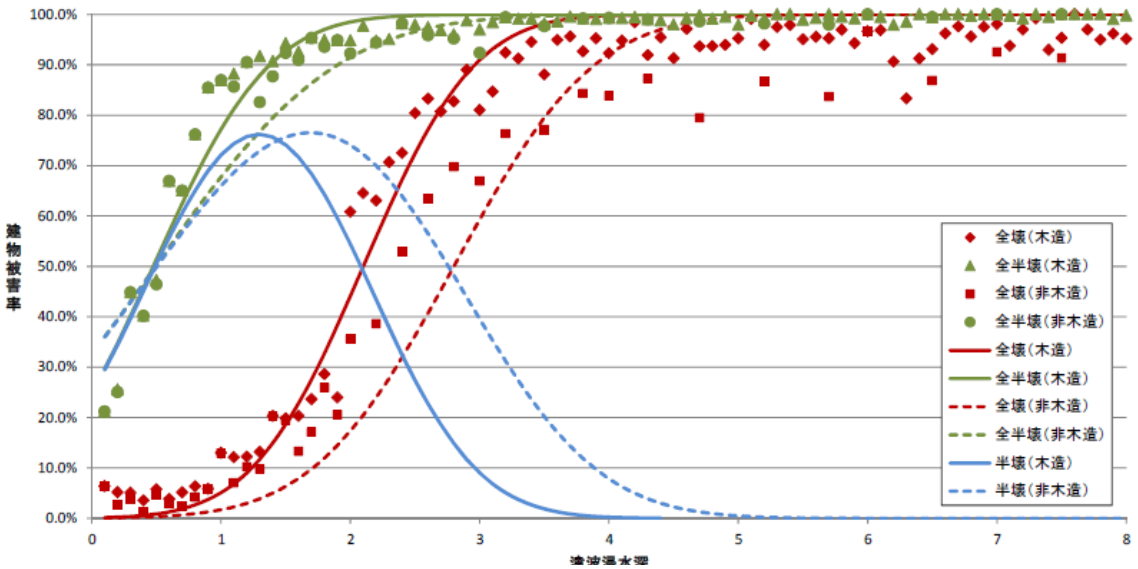


図 1-14　津波浸水深ごとの建物被害率（人口集中地区以外）

出典：内閣府（2012）

1.7 津波火災による建物被害

東日本大震災の知見等を踏まえ、津波火災の出火要因や被害様相について定性的に評価する。

〇採用機関：内閣府（2012）

関澤（2012）※1によれば、出火要因及び火災種別の内訳等は次のとおりである。

① 出火要因

- 火気器具や可燃物の転倒落下によるもの（ストーブやヒータへの転倒やストーブ上への可燃物落下 0.8%）
- ガス配管や電気配管の破壊・破損によるもの（ガス漏れ 0.8%、配線の断線・接触不良 10.5%）
- 浸水や津波現象によるもの（津波漂着瓦礫の出火 33.9%、浸水による短絡・スパーク 21.8%、自然発火 2.4%）
- その他（電気関係 4.0%、電気関係以外 0.8%、不明 25.0%）

② 火災種別

表 1-9　火災種別

火災種別	割合
建物火災	21.0%
車両火災	32.3%
瓦礫火災	33.9%
漂流の車両と建物	4.0%
その他・不明	8.9%

※1　関澤「東日本大震災による火災の発生状況について」（月刊フェスク，2012.6）

③ 津波火災の火災規模

・ 津波起因火災は、不明分（59.7%）を除いた分の内訳で、74.0%が全焼または大規模火災（ここでは5棟以上焼損）、部分焼損以下に止められたものは24.0%。

④ 津波火災の延焼拡大の様相（東日本大震災での主な事例）※2

・ 流出した屋外タンクからのオイル、ガスボンベによって拡大し、また瓦礫などの可燃物も豊富であったため、それらは燃えたまま津波に乗って漂流。さらにこれらの集積の密度によっては、ここで海上油面火災が形成されたり、燃えた船舶が延焼拡大をさらに助長。
・ 津波によって打ち寄せられた家屋などの瓦礫が高台に堆積し、火のついた瓦礫から周辺の瓦礫へ燃え広がるケースが多い。
・ 瓦礫などに邪魔されて消火が困難となったことも延焼拡大の要因。
・ 焼失地域の中には山際の避難場所を燃やしたものや山林火災に発展するものもあり、一部の避難場所では再避難が必要となった。

※2　山田常圭・廣井悠「東日本大震災における津波火災の概要とその対策」（都市問題，Vol.103，2012）

出典：内閣府（2012）

2　屋外転倒、落下物の発生

2.1 ブロック塀等・自動販売機の転倒数

建物あたりのブロック塀等の存在割合からブロック塀、石塀等の分布数を求めるとともに、宮城県沖地震における地震動の強さと被害率との関係式を用いて各施設の被害数を求める。想定手法は、内閣府（2012）を用いる。

〇想定内容：ブロック塀等被害数、自動販売機転倒数

〇採用機関：内閣府（2012）

2.1.1 ブロック塀等の転倒数

想定手法は、内閣府（2012）を用いる。

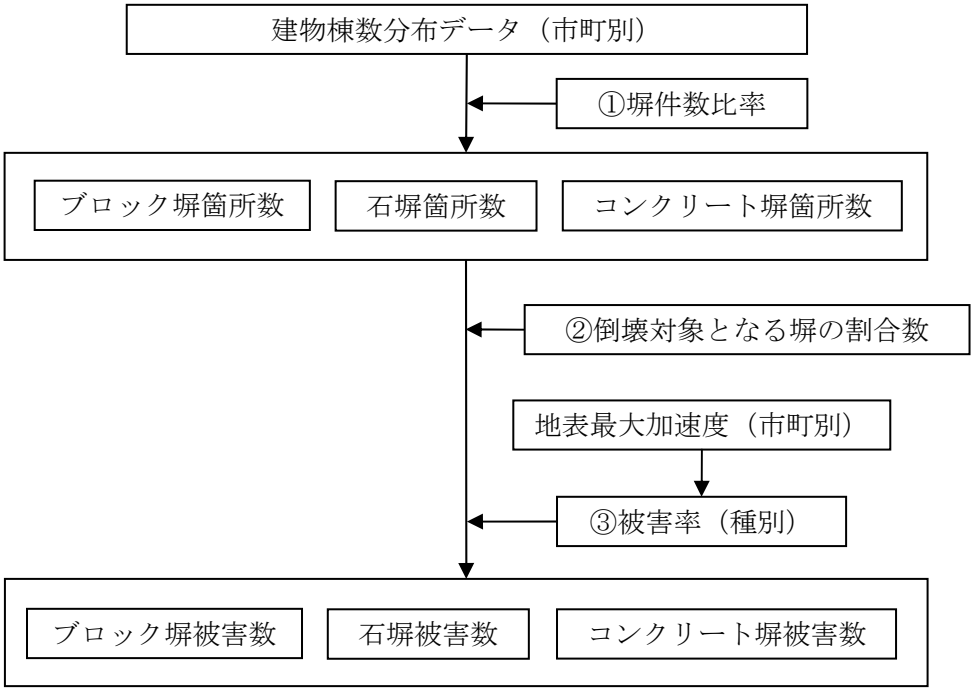


図 2-1　ブロック塀等の転倒数算出フロー

出典：内閣府（2012）

① 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用いて、ブロック塀数を求める。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用いて求める。

表 2-1　塀件数比率

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ており、倒壊の危険性はないものとする。

表 2-2　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 被害率

・ 宮城県沖地震時の地震動の強さ（加速度）とブロック塀等の被害率との関係実態に基づき、次式を設定する。

ブロック塀被害率（%）＝－12.6 ＋ 0.07×（地表最大加速度）（gal）
石塀被害率（%）＝－26.6 ＋ 0.168×（地表最大加速度）（gal）
コンクリート塀被害率（%）＝－12.6 ＋ 0.07×（地表最大加速度）（gal）

※ここで、「地表最大加速度」としては、メッシュ別地表最大加速度の市町別人口重み付平均値を用いる。

2.1.2 自動販売機の転倒数

想定手法は、内閣府（2012）を用いる。

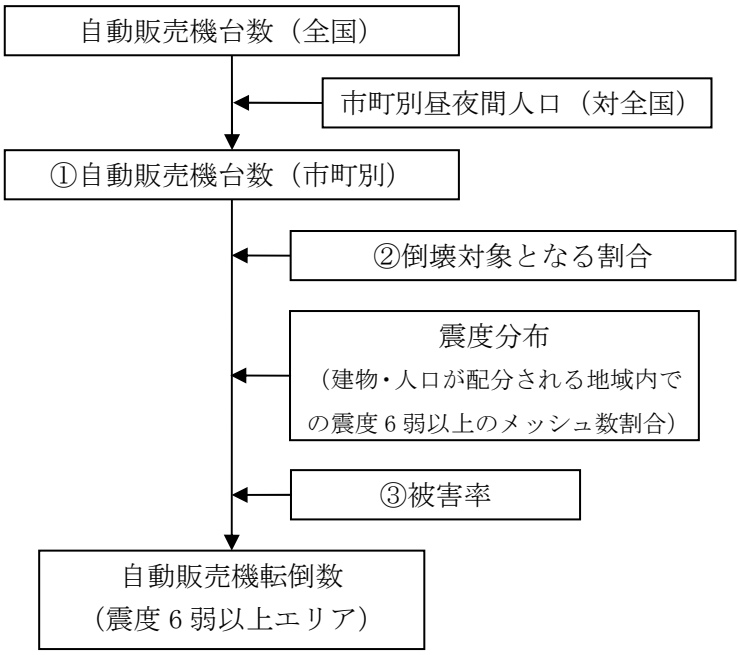


図 2-2　自動販売機の転倒数算出フロー

出典：内閣府（2012）

・ 自動販売機の転倒対象となる割合は、屋外設置比率（約 6 割※1）と転倒防止措置未対応率（約 1 割※2）より設定する。
・ これと阪神・淡路大震災時の実態から設定される被害率より、震度 6 弱以上のエリアの転倒数を算出する。

① 自動販売機台数
・ 自動販売機台数は、全国の台数 5,084,340 台※を各市町に次の式で配分して求める。
※日本自動販売機工業会調べ：2011 年末時点

（市町別の自動販売機台数）
＝（全国自動販売機台数）×｛（市町夜間人口）＋（市町昼間人口）｝
÷｛（全国夜間人口）＋（全国昼間人口）｝

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

③ 被害率
・ 自動販売機の被害率は、阪神・淡路大震災時の（概ね震度 6 弱以上の地域における）転倒率により設定（埼玉県（2003））
・ 阪神・淡路大震災時の（概ね震度 6 弱以上の地域における）転倒率 25,880 台/124,100 台＝約 20.9%
（神戸市、西宮市、尼崎市、宝塚市、芦屋市、淡路島の全市町：全数調査）

※1 清涼飲料水メーカーへのヒアリング結果
※2 自動販売機転倒防止対策の進捗状況を踏まえて設定
出典：南海トラフ巨大地震の被害想定について（第一次報告）平成 24 年 8 月 29 日 中央防災会議 防災対策推進検討会議 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ

2.2 屋外落下物の発生

全壊する建物及び震度 6 弱以上の地域における 3 階建て以上の非木造建物のうち落下危険物を有する建物から、落下物の発生が想定される建物棟数を算出する。想定手法は、内閣府（2012）を用いる。

○想定内容：屋外落下物が発生する建物棟数

○採用機関：内閣府（2012）、群馬県（2012）、島根県（2012）

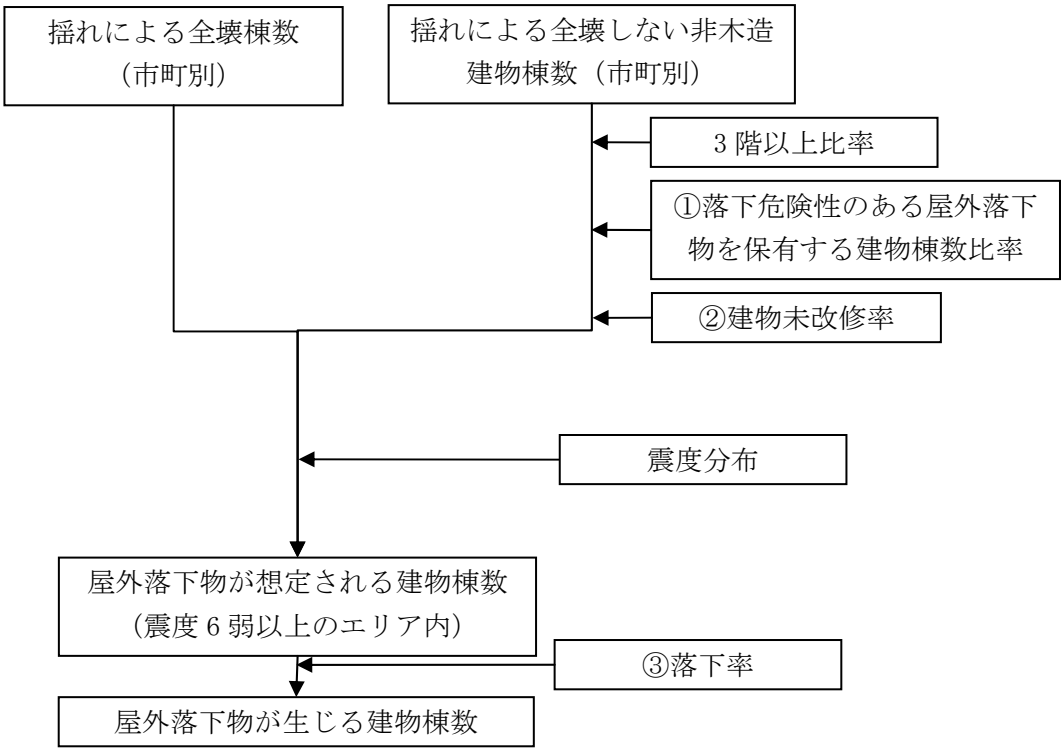


図 2-3　屋外落下物が生じる建物棟数算出フロー

① 落下危険性のある屋外落下物を保有する建物棟数比率

・ 屋外落下物を保有する建物棟数比率は、東京都（1997）の調査結果をもとに、対象となる建物の築年別に設定する。

表 2-3　落下危険性のある屋外落下物を保有する建物棟数比率

建築年代	飛散物（窓ガラス、壁面等）	非飛散物（吊り看板等）
～1970 年	30%	17%
1971 年～1980 年	6%	8%
1981 年～	0%	3%

② 建物未改修率

・ 建物改修率は、東京都（1997）で用いている平均改修率 87%を用い、13%を未改修率として設定する。

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を用いる。

（落下率）（%）＝－12.6 ＋ 0.07×（地表最大加速度）（gal）

3　人的被害

3.1 人口データの設定

人的被害想定には、平成 22 年国勢調査に関する地域メッシュ統計データの夜間人口及び昼間人口を利用する。時刻別人口データは、和歌山県（2006）を参考として次のように設定する。

表 3-1　時刻別住宅滞留人口及びその他施設滞留人口の算出手法

時刻	住宅滞留人口及びその他施設滞留人口	移動中人口比率
深夜	・全人口[人]＝夜間人口[人] ・住宅滞留人口[人]＝屋内人口[人]＝夜間人口[人] ・移動中人口[人]＝0[人]	0%
昼 12 時	・全人口[人]＝昼間人口[人] ・屋内人口[人]＝0.95×昼間人口[人] ・住宅滞留人口[人]＝0.35×夜間人口[人] ・その他施設滞留人口[人]＝屋内人口[人]－住宅滞留人口[人] ・移動中人口[人]＝0.05×全人口[人]	5%
夕 18 時	・全人口[人]＝（2×夜間人口[人]+3×昼間人口[人]）/5 ・屋内人口[人]＝0.90×{（2×夜間人口[人]+3×昼間人口[人]）/5} ・住宅滞留人口[人]＝0.61×夜間人口[人] ・その他施設滞留人口[人]＝屋内人口[人]－住宅滞留人口[人] ・移動中人口[人]＝0.10×全人口[人]	10%

※和歌山県（2006）より抜粋

住宅滞留人口については、木造住家と非木造住家の棟数を基に、木造住宅滞留人口と非木造住宅滞留人口を算出する。

木造住宅滞留人口＝住宅滞留人口×{木造住家棟数/（木造住家棟数＋非木造住家棟数）}
非木造住宅滞留人口＝住宅滞留人口×{非木造住家棟数/（木造住家棟数＋非木造住家棟数)}

その他施設滞留人口については、木造非住家と非木造非住家の棟数を基に、木造非住宅滞留人口と非木造非住宅滞留人口を算出する。

木造非住宅滞留人口＝その他施設滞留人口
×{木造非住家棟数/（木造非住家棟数＋非木造非住家棟数）}
非木造非住宅滞留人口＝その他施設滞留人口
×{非木造非住家棟数/（木造非住家棟数＋非木造非住家棟数）}

以上より木造建物内滞留人口と非木造建物内滞留人口は次式から算出する。

木造建物内滞留人口＝木造住宅滞留人口＋木造非住宅滞留人口
非木造建物内滞留人口＝非木造住宅滞留人口＋非木造非住宅滞留人口

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、揺れによる建物被害と人口データから死者数、重傷者数、軽傷者数を算出する手法を採用する。想定手法は、内閣府（2012）を用いる。

〇想定内容：死者数、重傷者数、軽傷者数※1

〇採用機関：内閣府（2012）

※1 軽傷者数＝負傷者数－重傷者数

3.2.1 建物倒壊による死者数

想定手法は、内閣府（2012）を用いる。

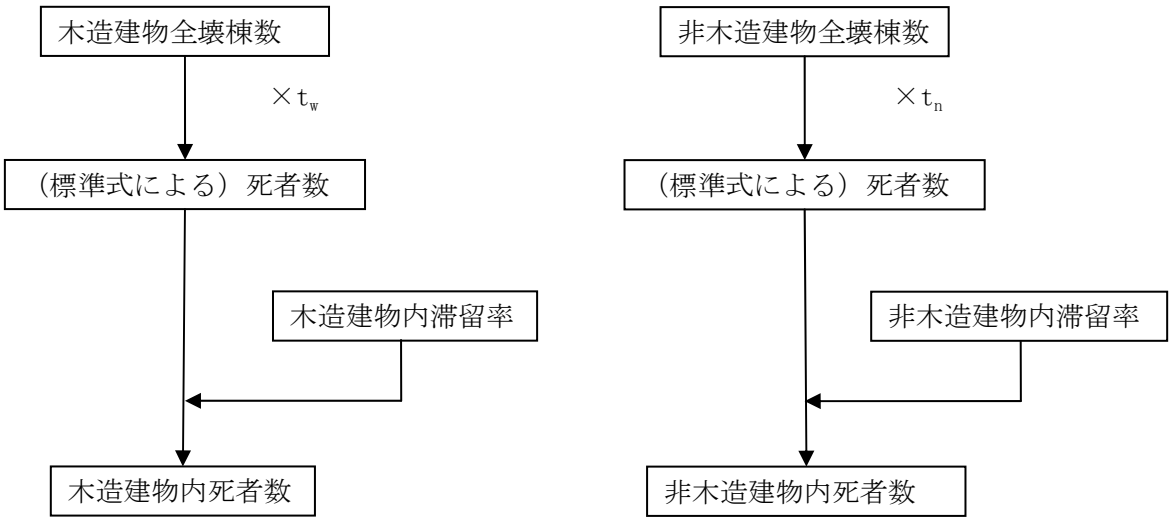


図 3-1　死者数の算出フロー

出典：内閣府（2012）

- 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を使用する。
- 近年の地震の鳥取県西部地震、新潟県中越地震、新潟県中越沖地震、能登半島地震、岩手・宮城内陸地震の主な被災市町村、東北地方太平洋沖地震の内陸被災市町村の建物被害数（全壊棟数、全半壊棟数）と負傷者数・重傷者数との関係を使用する。算出式は次のとおり。

・ 木造・非木造建物内死者数

（死者数）＝（木造死者数）＋（非木造死者数）

（木造死者数）＝t_w×（市町村別の揺れによる木造全壊棟数）×（木造建物内滞留率）

（非木造死者数）＝t_n×（市町村別の揺れによる非木造全壊棟数）×（非木造建物内滞留率）

（木造建物内滞留率）＝（発生時刻の木造建物内滞留人口）÷（深夜の木造建物内滞留人口）

（非木造建物内滞留率）＝（発生時刻の非木造建物内滞留人口）÷（深夜の非木造建物内滞留人口）

t_w＝0.00676　t_n＝0.00840×（$P_{w0}/B_n \div B_w/P_{w0}$）

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）

※ 発生時刻の木造・非木造滞留人口は、P19 を参照。

3.2.2 建物倒壊による負傷者数

想定手法は、内閣府（2012）を用いる。

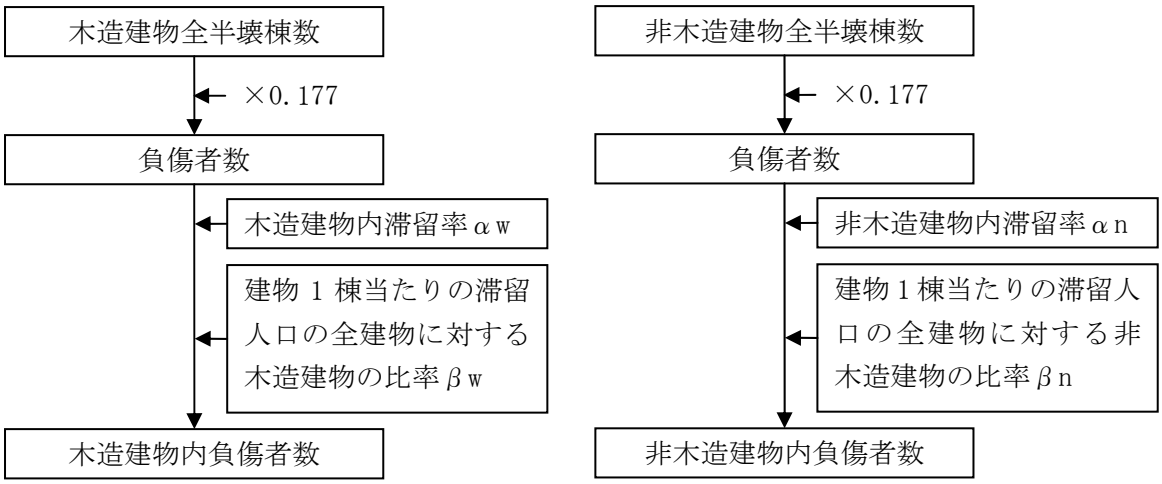


図 3-2　建物倒壊による負傷者数（重傷者数と軽傷者数）

出典：内閣府（2012）

・ 木造・非木造建物内負傷者数

（木造建物における負傷者数）＝0.177×（揺れによる木造全半壊棟数）×αw×βw

（非木造建物における負傷者数）＝0.177×（揺れによる非木造全半壊棟数）×αn×βn

（木造建物内滞留率）αw

＝（発生時刻の木造建物内滞留人口）÷（深夜の木造建物内滞留人口）

（非木造建物内滞留率）αn

＝（発生時刻の非木造建物内滞留人口）÷（深夜の非木造建物内滞留人口）

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

＝（発生時刻の木造建物 1 棟あたりの滞留人口）/（発生時刻の全建物 1 棟あたりの滞留人口）

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

＝（発生時刻の非木造建物 1 棟あたりの滞留人口）/（発生時刻の全建物 1 棟あたりの滞留人口）

※ 発生時刻の木造・非木造滞留人口は、P19 を参照。

3.2.3 建物倒壊による重傷者数

想定手法は、内閣府（2012）を用いる。

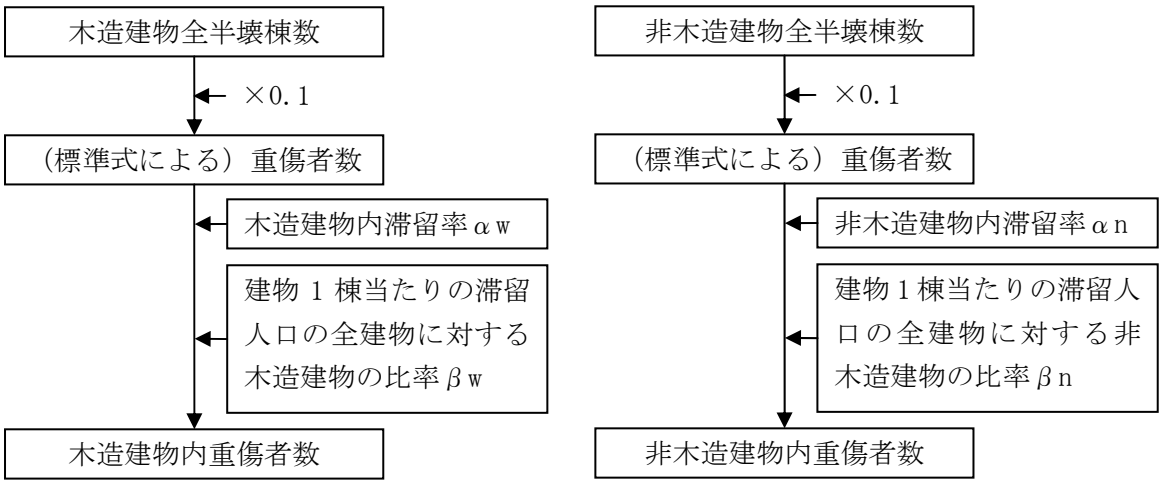


図 3-3　建物倒壊による重傷者数

出典：内閣府（2012）

・ 木造・非木造建物内重傷者数

（木造建物における重傷者数）＝0.100×（揺れによる木造全壊棟数）×αw×βw
（非木造建物における重傷者数）＝0.100×（揺れによる非木造全壊棟数）×αn×βn
（木造建物内滞留率）αw
＝（発生時刻の木造建物内滞留人口）÷（深夜の木造建物内滞留人口）
（非木造建物内滞留率）αn
＝（発生時刻の非木造建物内滞留人口）÷（深夜の非木造建物内滞留人口）
（建物 1 棟当たり滞留人口の全建物に対する木造建物の比率（時間帯別））βw
＝（発生時刻の木造建物 1 棟あたりの滞留人口）/（発生時刻の全建物 1 棟あたりの滞留人口）
（建物 1 棟当たり滞留人口の全建物に対する非木造建物の比率（時間帯別））βn
＝（発生時刻の非木造建物 1 棟あたりの滞留人口）/（発生時刻の全建物 1 棟あたりの滞留人口）

※ 発生時刻の木造・非木造滞留人口は、P19 を参照。

3.3 土砂災害による人的被害

土砂災害による人的被害は、建物全壊棟数と人口データから、市町ごとに死者数、重傷者数、軽傷者数を想定する手法を採用する。想定手法は、内閣府（2012）を用いる。
○想定内容：死者数、重傷者数、軽傷者数
○採用機関：広島県（2007）、内閣府（2012）、東京都（2012）

- 急傾斜地崩壊危険箇所及び地すべり危険箇所を対象として、建物全壊棟数と人口データから、市町ごとに死者数、重傷者数、軽傷者数を想定する。
- 揺れにより引き起こされた斜面の崩壊により家屋が倒壊し、それに伴って人的被害が発生する場合を想定する。
- 東京都防災会議（1991）の手法にしたがい、1967 年から 1981 年までの崖崩れの被害実態から求められた、被害棟数と死者数・負傷者数との関係式により人的被害を算出。（重傷者数は負傷者数の 1/2 としている）

（土砂災害による死者数）
＝0.098×（土砂災害による大破棟数）×0.7×（木造・非木造建物内滞留人口比率）
（土砂災害による負傷者数）＝1.25×土砂災害による死者数
（土砂災害による重傷者数）＝（土砂災害による負傷者数）/2
（土砂災害による軽傷者数）＝（土砂災害による負傷者数）－（土砂災害による重傷者数）

- 木造・非木造建物内滞留人口比率は、次式のとおりである。木造・非木造建物内滞留人口の 24 時間平均は、深夜と昼 12 時の平均値とする。

（木造建物内滞留人口比率）
＝（発生時刻の木造建物内滞留人口）÷（木造建物内滞留人口の 24 時間平均）
（非木造建物内滞留人口比率）
＝（発生時刻の非木造建物内滞留人口）÷（非木造建物内滞留人口の 24 時間平均）

3.4 火災による人的被害

火災による人的被害は、出火件数と屋内滞留人口比率から、死者数、重傷者数、軽傷者数を想定する手法を採用する。想定手法は、内閣府（2012）を用いる。
○想定内容：死者数、重傷者数、軽傷者数
○採用機関：内閣府（2012）

- 次の 3 つの火災による死者発生シナリオに基づき想定する。

表 3-2　火災による死者発生要因

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

出典：内閣府（2012）

3.4.1 火災による死者数

① 木造・非木造建物内重傷者数

炎上出火家屋からの逃げ遅れによる死者数

（死者数）＝0.046×出火件数×（屋内滞留人口比率）

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

ここで、（屋内滞留人口比率）

＝（発生時刻の屋内滞留人口）÷（屋内滞留人口の 24 時間平均）

② 家屋内の死者数

（死者数）＝（全壊かつ焼失家屋内の救出困難な人）×（１－生存救出率（0.387））

ここで、

（全壊かつ焼失家屋内の救出困難な人）

＝（1－早期救出可能な割合（0.72））×（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）

＝（建物全壊による自力脱出困難者数）×（全壊かつ焼失の棟数/全壊建物数）

（建物全壊による自力脱出困難者数）

＝0.117×（揺れによる建物全壊率）×（屋内滞留人口）

③ 延焼拡大時の逃げまどいによる死者数

諸井・武村（2004）による関東大震災における「火災による死者の増加傾向」に係る推定式を適用する。全潰死者数を全壊死者数と考え、図 3-4 の式を変形すると次のとおりとなる。

（死者数）＝（$10^{1.5\times\text{世帯焼失率}}-1$）×（全壊死者数）

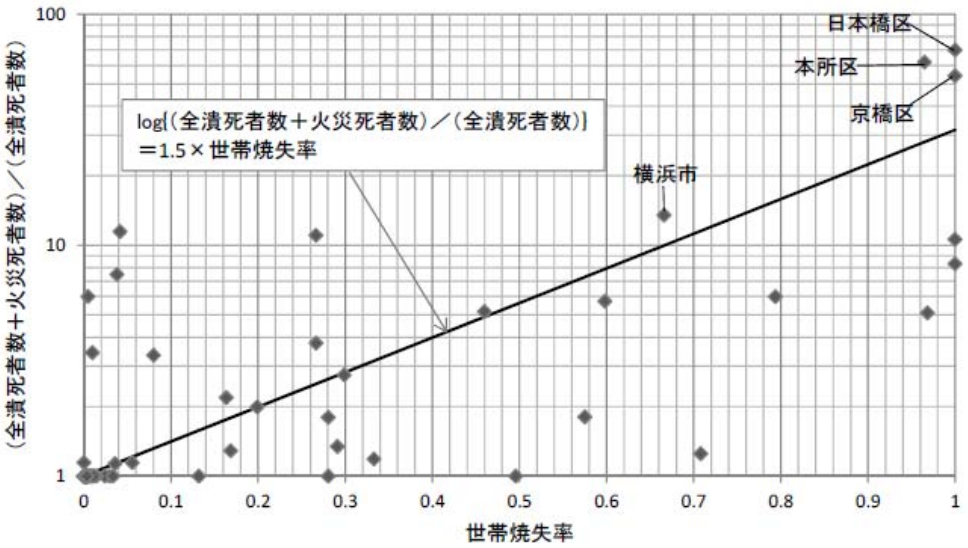


図 3-4　火災による死者の増加傾向

（注）揺れ・液状化による建物被害と火災延焼による建物被害のダブルカウントの除去を行う。

出典：内閣府（2012）

3.4.2 火災による重傷者数、軽傷者数

① 炎上出火家屋からの逃げ遅れ

（出火直後の火災による重傷者数）＝0.075×出火件数×（屋内滞留人口比率）

（出火直後の火災による軽傷者数）＝0.187×出火件数×（屋内滞留人口比率）

ここで、（屋内滞留人口比率）＝（発生時刻の屋内滞留人口）÷（屋内滞留人口の 24 時間平均※）

※滞留人口の 24 時間平均は、深夜と昼 12 時の平均値とする。

② 延焼拡大時の逃げまどい

（延焼火災による重傷者数）＝0.0053×焼失人口

（延焼火災による軽傷者数）＝0.0136×焼失人口

ここで、焼失人口＝（市町別焼失率）×（発生時刻の市町別滞留人口）

3.5 津波による人的被害

津波による人的被害は、津波に対する避難意識が高い地域と低い地域を考慮した浸水エリア内における滞留人口との関係から求める手法を採用する。想定手法は、内閣府（2012）を用いる。
○想定内容：死者数、負傷者数（重傷者＋軽傷者）
○採用機関：内閣府（2012）

- 津波浸水域において津波が到達する時間（浸水深 30cm 以上）までに避難が完了できなかった者を津波に巻き込まれたものとし、そこでの浸水深をもとに死亡か負傷かを判定する。
- ①避難行動（避難の有無、避難開始時期）、②津波到達時間までの避難完了可否、③津波に巻き込まれた場合の死者発生度合から算出する。
- 揺れによる建物倒壊に伴う自力脱出困難者は津波からの避難ができないものとする。
- 浸水深データは、津波浸水予測における堤防が機能しなくなる場合（震度 6 弱以上の地域では 1/3 の海岸堤防構造物が破損、震度 6 強以上の地域では 1/2 が破損すると想定※1＝震度 6 弱以上の地域を対象）の計算結果を用いる。

※1 河川堤防のような土堤は、25%の高さは機能すると想定。

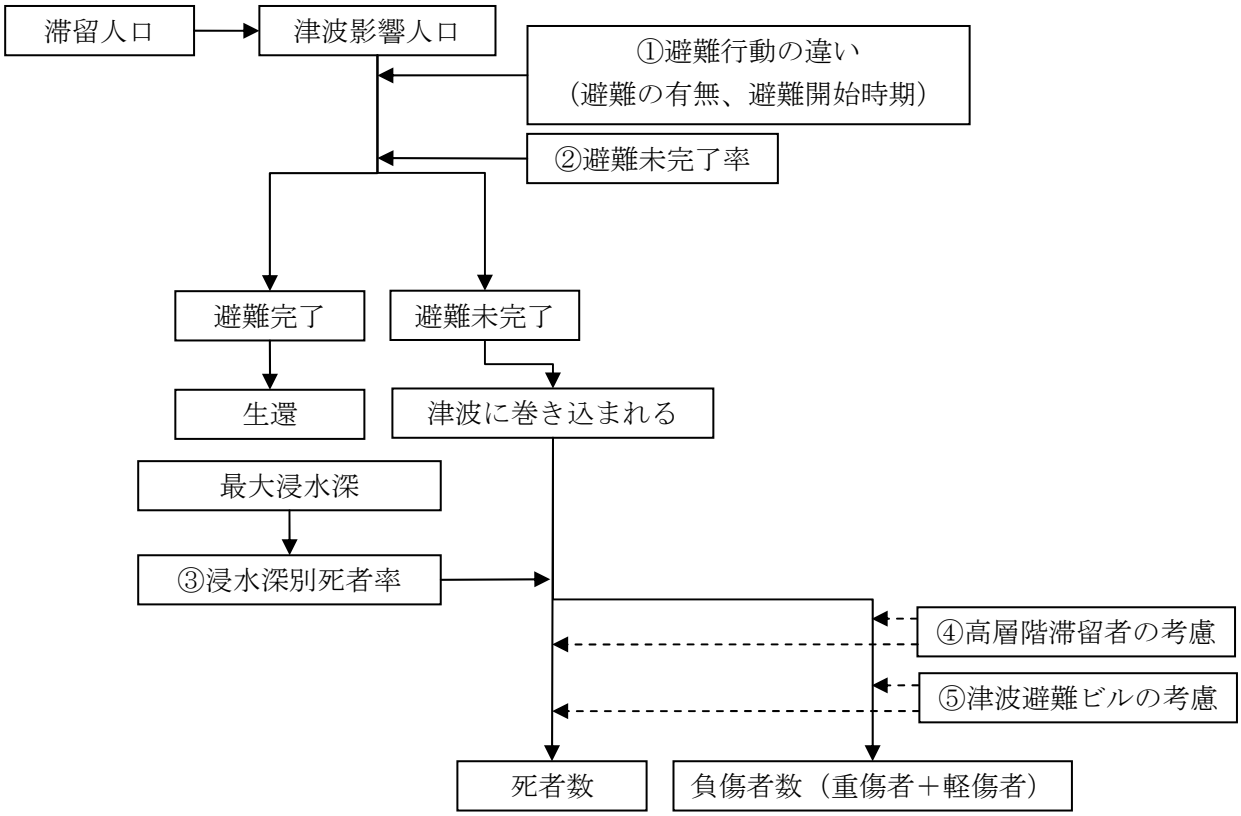


図 3-5　津波による死者数、負傷者数（重傷者数、軽傷者数）算出フロー

出典：内閣府（2012）

① 避難行動の違い（避難の有無、避難開始時期）

・ 東日本大震災の被災地域での調査結果（「津波避難等に関する調査結果」（内閣府・消防庁・気象庁））及び過去の津波被害（北海道南西沖地震、日本海中部地震）の避難の状況を踏まえ、次表のような 4 つの避難パターンを設定する。

表 3-3 避難の有無、避難開始時期の設定

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

※1 すぐに避難した人の割合が最も高い市で約 67%であった。また、従来の被害想定では北海道南西沖地震の事例から意識の高いケースとして 70%としている。これらを踏まえて、従来想定どおりの 70%と設定

※2 全体から「すぐに避難する」＋「切迫避難あるいは避難しない」の割合を引いた数値として設定

※3 津波情報や避難の呼びかけを見聞きしている中でそれをもって避難のきっかけとなった場合、切迫避難の割合が一番低い市で 0%である。また、従来の被害想定では意識が高い場合に 2%としている。これらを踏まえ 0%と設定。

※4 従来の被害想定では意識が高い場合に避難しない人の割合を 2%としているが、東日本大震災では意識の高い地域でも 6.5%もの人が避難しなかった（死者含む）ことを踏まえて設定。

※5 すぐに避難した人の割合が最も低い市で約 35%であった。また、従来の被害想定では日本海中部地震の事例から意識の低いケースとして 20%としている。この市は避難意識の高い地域と考えられるが、それでも予想を超えて津波浸水の被害を受けた地区が多いこと等もあり、早期避難率は低い。他の地域は相対的により意識の低い地域が多いと考えられることから、以上を踏まえて、従来想定どおりの 20%と設定

※6 切迫避難（死者含む）の割合が高い市で約 25%～27%であった。また、従来の被害想定では意識が低い場合に 32%としている。これらを踏まえて 30%と設定

出典：内閣府（2012）

② 避難未完了率

・ 発災時の所在地から安全な場所まで避難完了できない人の割合（避難未完了率）については次の考え方で算出する。

【避難判定方法（図 3-6 参照）】

a）要避難メッシュの特定

最大津波浸水深が 30cm 以上となる要避難メッシュを特定

b）避難先メッシュの設定

各要避難メッシュ（避難元メッシュ）から最短距離にあり、かつ避難元メッシュよりも津波

浸水深 1cm 到達時間が長い、津波浸水深 30cm 未満の避難先メッシュを特定する。

c）避難距離の算出

メッシュ中心間の直線距離の 1.5 倍を避難距離とする（東日本大震災の実績）。

d）避難完了所要時間の算出

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

e）避難成否の判定

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

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

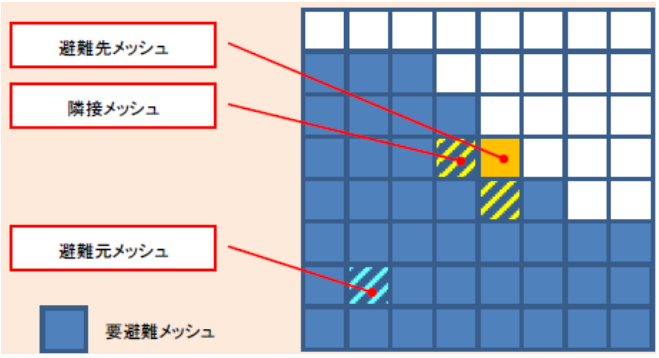


図 3-6　避難元メッシュ及び避難先メッシュ、隣接メッシュのイメージ

出典：内閣府（2012）

③ 浸水深別死者率

・ 津波に巻き込まれた際の死者率については、右下図の死者率を適用する。なお、生存した人も全員が負傷するものと仮定する。負傷者における重傷者と軽傷者の割合については、北海道南西沖地震における奥尻町の人的被害の事例を参考にし、重傷者数：軽傷者数＝34：66 とする。

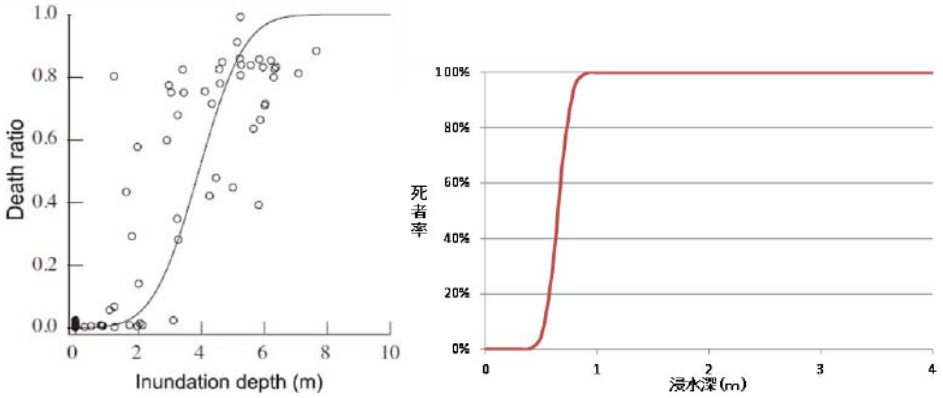


図 3-7　津波に巻き込まれた場合の死者率

左図：越村・行谷・柳澤「津波被害関数の構築」（土木学会論文集 B、 Vol.65、 No.4、 2009）より
右図：内閣府が設定した浸水深別の死者率関数

出典：内閣府（2012）

2004 年スマトラ島沖地震津波におけるバンダ・アチェでは多くの人々が地震に伴う津波の理解がなく、津波が見えてから初めて避難を始めていることから、津波に対する避難意識の低い中での死者率であると言え、逃げたが避難しきれなかったり、切迫避難あるいは避難しなかった状況に近いと推察できる。ここでは、越村ら（2009）によるバンダ・アチェでの浸水深別死者率（左図）を参考に、右図のような津波に巻き込まれた場合の浸水深別死者率関数を検討した。これは浸水深 30cm 以上で死者が発生し始め、浸水深 1m では津波に巻き込まれた人のすべてが死亡すると仮定した関数である。

④ 高層階滞留者の考慮

・ 襲来する津波の最大浸水深に応じてそれよりも高い高層階の滞留者は避難せずにとどまることができる場合を考慮する。
・ 最大浸水深別の避難対象者を次のように設定する。

表 3-4　最大浸水深別避難対象者

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

出典：内閣府（2012）

⑤ 津波避難ビルの考慮

・ 浸水域内に津波避難ビルが整備されているところでは、浸水域内にいる人は津波避難ビルに逃げ込むことで助かることができる。ここでは、津波避難ビルによる人的被害軽減効果を考慮したケースも検討する。
・ 津波避難ビルの指定状況及び 1 棟当たり収容人数は、広島県内の各市町が保有するデータを用いる。

・ まず、浸水域内の津波避難ビルにおける収容可能人数を把握する。浸水域内の津波避難ビルへの避難可能な人の最大値は、津波避難ビルの避難場所の収容可能人数（A）とする。
・ また、津波到達時間が短い場合には、避難ビル最大収容人数も逃げ込めない可能性があり、その場合の収容可能人数は次のように求める。

収容可能人数＝｛π×（避難距離 m）^{2}｝×0.5×周辺人口密度（人/m^2）・・・(B)
ここで、避難距離(m)＝｛44.2（m/分）×避難時間（分)｝÷1.5

・ （A）と（B）を比較して少ない方を最終的な津波避難ビルへの収容可能人数とする。津波避難ビル考慮前の津波による人的被害数に対して、津波避難ビルへの収容可能人数分だけ人的被害が軽減されるものとする。

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、震度分布や人口データ、転倒防止措置の実施状況に応じた被害率等から想定する。想定手法は、内閣府（2012）を用いる。
〇想定内容：死者数、重傷者数、軽傷者数※1
〇採用機関：内閣府（2012）

※1 軽傷者数＝負傷者数－重傷者数

・ 木造建物、非木造建物の別で屋内転倒物による死傷者率を設定するものとする。
・ 震度別死傷者率に対して補正係数を乗じて、阪神・淡路大震災当時の阪神地区との転倒防止実施率の違いによる被害低減状況を補正する。
・ 転倒防止措置ありの場合は、ない場合の転倒率の 0.23 倍となる（北浦ほかの研究（1996)、廣井らの研究)。広島県と阪神・淡路大震災当時の阪神地区の家具転倒防止実施率との比を用いて次の補正係数を用いる。

補正係数＝｛（100-28.0）＋0.23×28.0｝/｛（100－5）＋0.23×5｝
＝0.82

表 3-5 家具転倒防止実施率

阪神・淡路大震災時の阪神地区の転倒防止実施率	5%
広島県の転倒防止実施率※1	28.0%

※1 防災意識に関するアンケート調査報告書 平成 23 年 3 月 広島県

・ さらに震度別死傷者率に対して時間帯別補正係数（深夜：1.0、12 時・18 時：0.82）を乗じて、時間帯による危険性の違いを補正する。
・ 屋内転倒物による死傷者数は揺れによる建物被害の内数として取り扱うものとする。

3.6.1 屋内収容物移動・転倒、屋内落下物による死者数

想定手法は、内閣府（2012）を用いる。

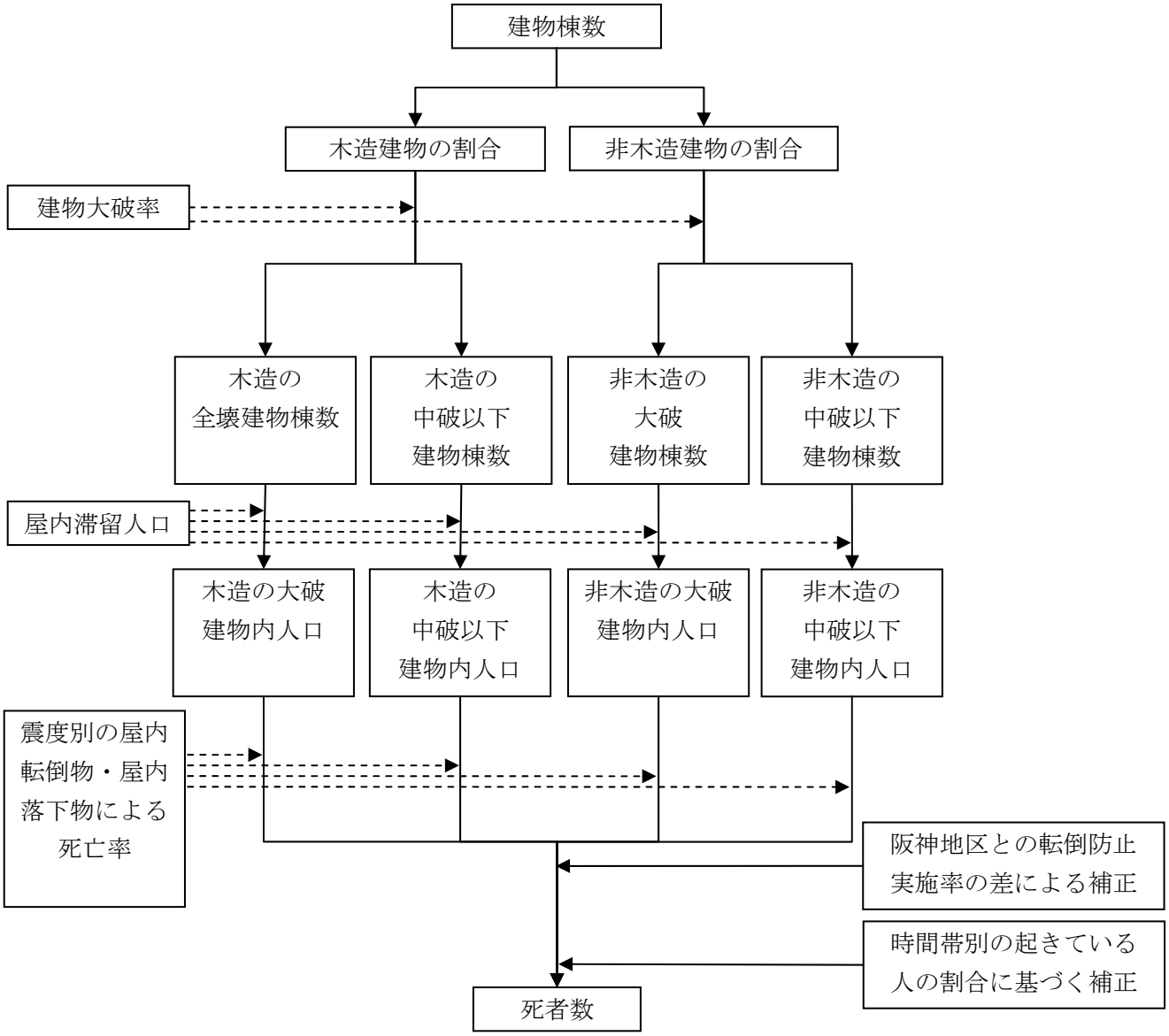


図 3-8　屋内転倒物による死者数算出フロー

出典：内閣府（2012）

表 3-6　屋内転倒物による死者率

震度階級	大破の場合		中破以下の場合	
	木造建物	非木造建物	木造建物	非木造建物
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%	0.00000487%

（ここで木造大破率＝木造全壊率×0.7、非木造大破率＝非木造全壊率）

出典：内閣府（2012）

表 3-7　屋内落下物による死者率

震度階級	大破の場合		中破以下の場合	
	木造建物	非木造建物	木造建物	非木造建物
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%	0.00087%	0.000068%
震度 5 強	0.0117%	0%	0.000407%	0.0000404%
震度 5 弱	0.00586%	0%	0.0002036%	0.00002275%

出典：内閣府（2012）

3.6.2 屋内収容物移動・転倒、屋内落下物による負傷者数（重傷者と軽傷者）

想定手法は、内閣府（2012）を用いる。

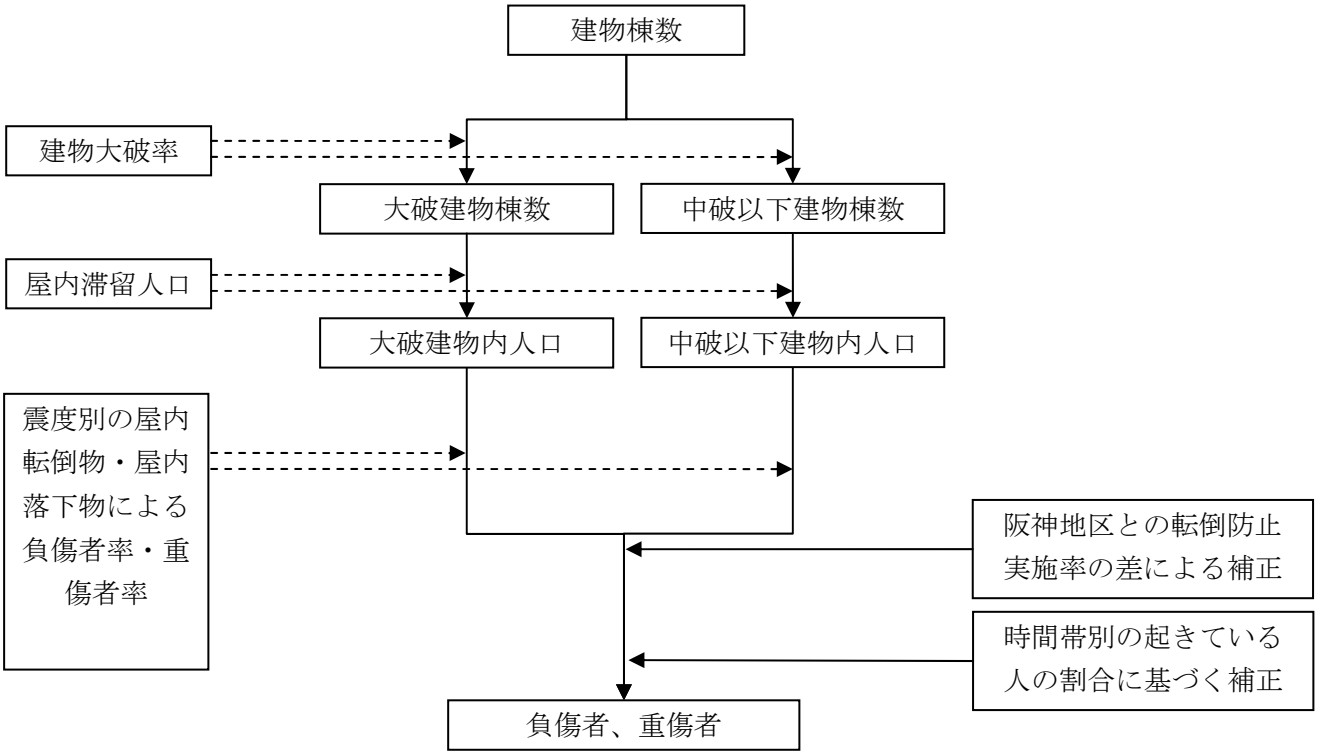


図 3-9　屋内転倒物による負傷者数算出フロー

出典：内閣府（2012）

表 3-8　屋内転倒物による負傷者率

震度階級	大破の場合		中破以下の場合	
	木造建物	非木造建物	木造建物	非木造建物
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%

出典：内閣府（2012）

表 3-9　屋内落下物による負傷者率

震度階級	大破の場合		中破以下の場合	
	木造建物	非木造建物	木造建物	非木造建物
震度 7	1.76%	0.194%	0.0613%	0.006747%
震度 6 強	1.23%	0.135%	0.0428%	0.004710%
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%

出典：内閣府（2012）

3.6.3 屋内ガラス被害

屋内ガラス被害については、建物棟数に次の死傷者率を乗じて算出する。なお、屋内ガラス被害は、揺れによる建物被害に伴う死傷者の内数として取り扱う。

表 3-10　屋内ガラス被害による死傷者率

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

出典：内閣府（2012）

3.7 ブロック塀等の倒壊による人的被害

ブロック塀等の倒壊による人的被害は、ブロック塀等被害数から倒壊による死者数、負傷者数、重傷者数率を乗じ、屋外人口密度・発生時刻の補正を考慮して算出する。想定手法は、内閣府（2012）を用いる。

○想定内容：死者数、重傷者数、軽傷者数※1

○採用機関：内閣府（2012）

※1 軽傷者数＝負傷者数－重傷者数

3.7.1 ブロック塀等の倒壊

想定手法は、内閣府（2012）を用いる。

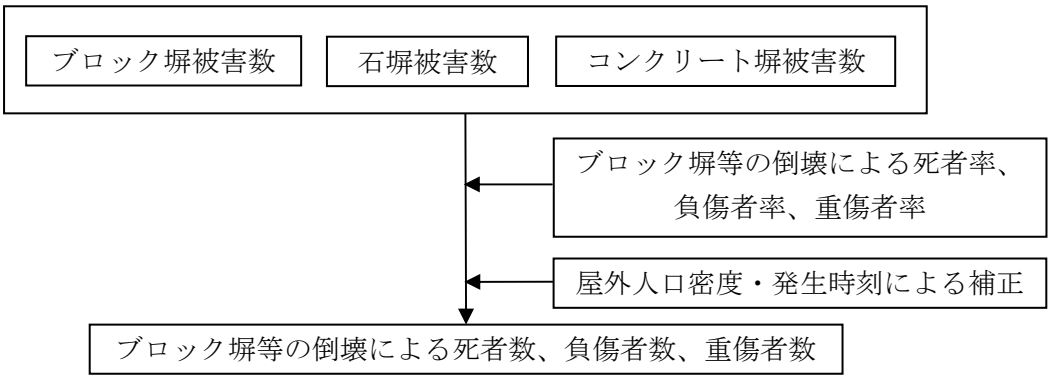


図 3-10　ブロック塀等の倒壊による死者数、重傷者数、軽傷者数算出フロー

出典：内閣府（2012）

- 東京都（1997）、静岡県（2000）に基づき、宮城県沖地震（1978）時のブロック塀等の被害件数と死傷者数との関係から死傷者率を設定する。
- 地震発生時刻の建物内滞留状況について考慮する。

（死傷者数）＝（死傷者率）×（市町別のブロック塀等被害件数）×（市町別時刻別移動者数）/（市町別 18 時移動者数）×（(市町別屋外人口密度）/1689.16※2（人/km^2））

※2 宮城県沖地震時の仙台市の屋外人口密度

表 3-11　死者率、負傷者率、重傷者率（=倒壊 1 件当たり死傷者数）

死者率	負傷者率	重傷者率
0.00116	0.04	0.0156

3.7.2 自動販売機

想定手法は、内閣府（2012）を用いる。

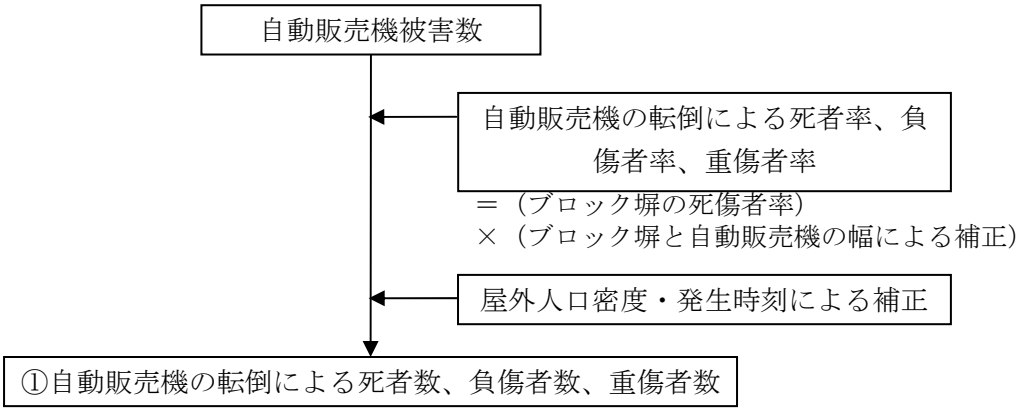


図 3-11　自動販売機の転倒による死者数、重傷者数、軽傷者数算出フロー

出典：内閣府（2012）

① 既往災害等による被害事例や被害想定手法の検討例は存在しないため、ブロック塀の倒壊による死傷者算定式を適用する。ただし、ブロック塀と自動販売機の幅の違いによる死傷者率の違いを考慮することとし、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。

（死者数、負傷者数、重傷者数）

＝（死者率、負傷者率、重傷者率）×（市町別の自動販売機被害数）×（市町別時刻別移動者数）/（市町別 18 時移動者数）×（（市町別屋外人口密度）/1689.16 ※1（人/km^2））

注）死者率、負傷者率、重傷者率はブロック塀等の倒壊と同じ値を用いる

※1 宮城県沖地震時の仙台市の屋外人口密度

3.8 屋外落下物による人的被害

屋外落下物による人的被害は、屋外落下物及び窓ガラスの屋外落下による死傷者率から死傷者数を想定する。想定手法は、内閣府（2012）を用いる。
○想定内容：死者数、重傷者数、軽傷者数※1
○採用機関：内閣府（2012）

※1 軽傷者数＝負傷者数－重傷者数

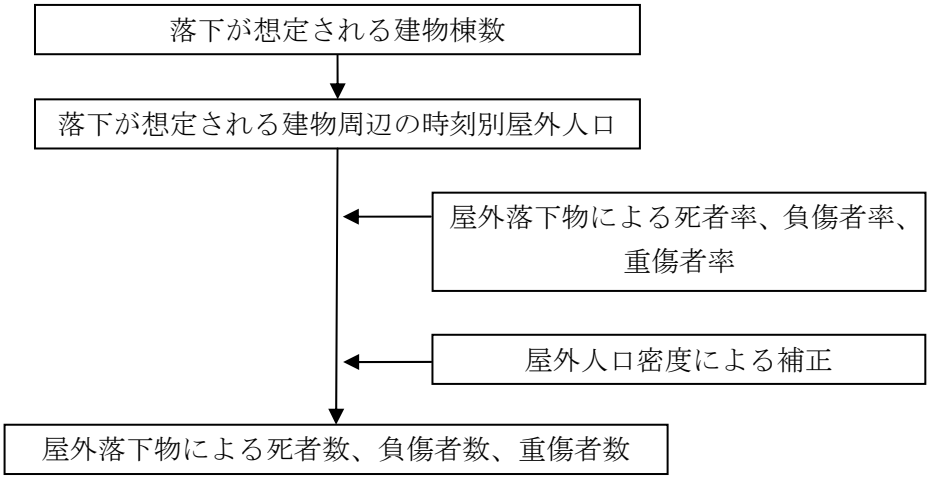


図 3-12　屋外落下物による死者数、負傷者数、重傷者数算出フロー

出典：内閣府（2012）

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

（死者数、負傷者数、重傷者数）
＝（死傷者率）×｛(市町別の落下危険性のある落下物を保有する建物棟数）/（市町別建物棟数）×（市町別時刻別移動者数)｝×（(市町別屋外人口密度）/1689.16※2（人/km^2))

※2 宮城県沖地震時の仙台市の屋外人口密度

表 3-12　屋外落下物による死傷者率（＝死傷者数÷屋外人口）※2

震度階級	死者率	負傷者率	重傷者率
震度 7	0.005043%	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%

出典：内閣府（2012）

出典:火災予防審議会・東京消防庁「地震時における人口密集地域の災害危険要因の解明と消防対策について」（平成 17 年）における屋外落下物（壁面落下）と屋外ガラス被害による死者率の合算値

3.9 揺れによる建物被害に伴う要救助者（自力脱出困難者）

阪神・淡路大震災時における建物全壊率と救助が必要となる自力脱出困難者の数との関係を用いた静岡県（2000）や東京都（1997）の手法を参考にして、自力脱出困難者数を算出する。想定手法は、内閣府（2012）を用いる。
○想定内容：自力脱出困難者数
○採用機関：広島県（2007）、内閣府（2012）

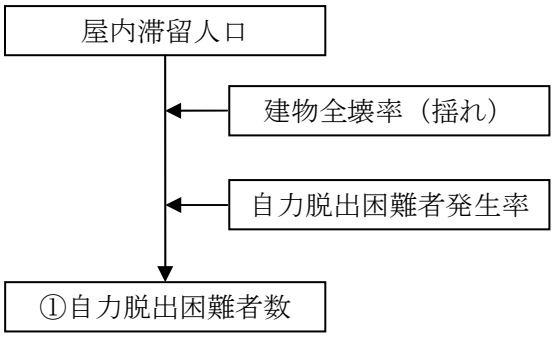


図 3-13　自力脱出困難者数の算出フロー

出典：内閣府（2012）

① 自力脱出困難者数（木造、非木造別）＝0.117×（揺れによる建物全壊率）×（屋内滞留人口）

3.10 津波被害に伴う要救護者・要捜索者

津波被害に伴う要救護者は、最大浸水深と中高層階滞留に伴う要救護者の関係から推定し、要捜索者は死傷者数と同等と考えて算出する。想定手法は、内閣府（2012）を用いる。
○想定内容：要救助者数、要捜索者数
○採用機関：内閣府（2012）

① 要救助者数

- 津波による人的被害の想定においては、津波の最大浸水深よりも高い階に滞留する者は避難せずにその場にとどまる場合を考慮しており、その結果、中高層階に滞留する人が要救助対象となると考え、次表の考え方に沿って、要救助者数を算出する。
- 津波到達時間が 1 時間以上ある地域では中高層階滞留者の 3 割が避難せずにとどまるとして要救助対象とする。

表 3-13　中高層階滞留に伴う要救助者の設定の考え方

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

出典：内閣府（2012）

② 要捜索者数

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

津波被害に伴う要捜索者数（最大）＝津波に巻き込まれた人数（＝死者、重傷者、軽傷者数）

4　ライフライン被害

4.1 上水道

上水道は、地表速度及び PL 値分布の状況から断水率を算出し、断水人口を算出する方法を採用する。

想定手法は、前回調査（2007）を用いる。

○想定内容：被害箇所数、断水人口

○採用機関：広島県（2007）、東京都（2012）、群馬県（2012）、島根県（2012）

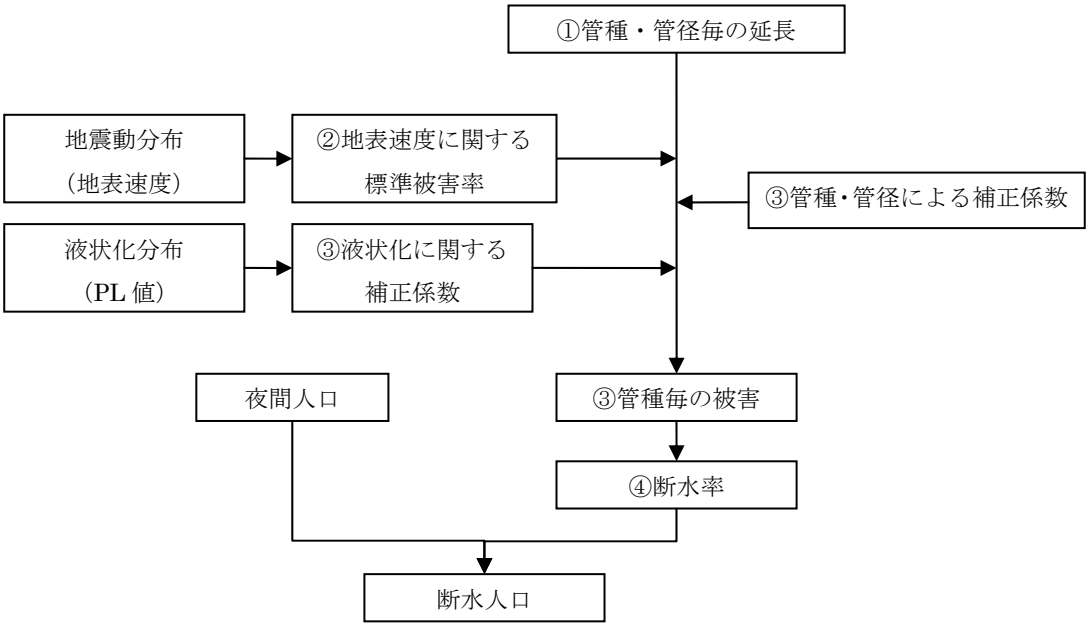


図 4-1　上水道の断水人口算出フロー

出典：前回調査（2007）

① 管種・管径毎の延長資料は、県内の工業用水道を含む水道管（導水管、送水管、給水管を除く配水本管、配水支管）を対象として県及び市町から収集したものを使用する。

② 管種・管径毎に地表速度に対応した標準被害率を掛け合わせ、標準被害を算出する。

③ 標準被害に対し、管種・管径による補正係数、液状化に関する補正係数を掛け合わせ、管種毎の被害箇所数を算出する。被害箇所数は、次の式により算出する。

・配水管被害箇所数＝標準被害率×液状化危険度ランクによる補正係数
×管種・管径別の補正係数×延長

・標準被害率（箇所/km）＝$2.24\times10^{-3}\times$（地表速度(cm/s)－20）$^{1.51}$

④ 断水率については、配水管の物的被害率から算出することとし、前回調査（2007）と同様に阪神・淡路大震災を含む過去の地震の被害事例を基に配水管の被害率と水道供給支障率（断水率）の関係を設定した、川上の手法（1996）を用いる。

・断水率（発災翌日）＝1/｛1+0.307×(配水管被害率)$^{-1.17}$｝

・配水管被害率（箇所/km）＝配水管被害箇所数/配水管延長（km）

⑤ 浄水場等の拠点施設は、耐震強化が実施されてきているが、これら施設の一部が被災した場合、水供給の停止が広域に及ぶ可能性がある。しかし、阪神・淡路大震災時には拠点施設被災要因による断水は、施設の停電によるもの以外は生じておらず、停電についても早期に復旧が見込まれることから、本想定では拠点設備被災については想定を行わないこととする。

⑥ 導水管、送水管については、整備水準によっては耐震性の検討を要するものもあるが、ここでは、機能低下に至る大きな被害がないものとする。

※導水管：原水を河川や水源井から浄水場に送る管

※送水管：主に浄水を浄水場から配水場に送る管

※配水管：配水場から各家庭前まで送る管

表 4-1 液状化危険度ランクによる補正係数

PL 値ランク	PL＝0	0＜PL≦5	5＜PL≦15	15＜PL
補正係数	1.0	1.8	3.2	8.8

補正係数は、東日本大震災の被害を踏まえて設定された東京都 2012 を採用した。

表 4-2　管種管径別の補正係数

<table>
<tr><th>管種
管径</th><th>75 ㎜
以下</th><th>100㎜
～250 ㎜</th><th>300㎜
～450 ㎜</th><th>500㎜～
900 ㎜</th><th>1000 ㎜
以上</th></tr>
<tr><td>ダクタイル鋳鉄管
（耐震継手あり）</td><td colspan="5">0.00</td></tr>
<tr><td>ダクタイル鋳鉄管
（耐震継手なし）</td><td>0.60</td><td colspan="2">0.30</td><td>0.09</td><td>0.05</td></tr>
<tr><td>鋳鉄管</td><td>1.70</td><td>1.20</td><td colspan="2">0.40</td><td>0.15</td></tr>
<tr><td>鋼管</td><td>0.84</td><td>0.42</td><td colspan="3">0.24</td></tr>
<tr><td>塩化ビニール管</td><td>1.50</td><td colspan="4">1.20</td></tr>
<tr><td>石綿セメント管</td><td>6.90</td><td>2.70</td><td colspan="3">1.20</td></tr>
</table>

4.2 下水道

下水道は、震度分布及び液状化分布（PL 値分布）の状況から管きょ被害率を算出する方法を採用する。
想定手法は、前回調査（2007）を用いる。
○想定内容：管きょ被害延長
○採用機関：広島県（2007）、東京都（2012）、群馬県（2012）、島根県（2012）

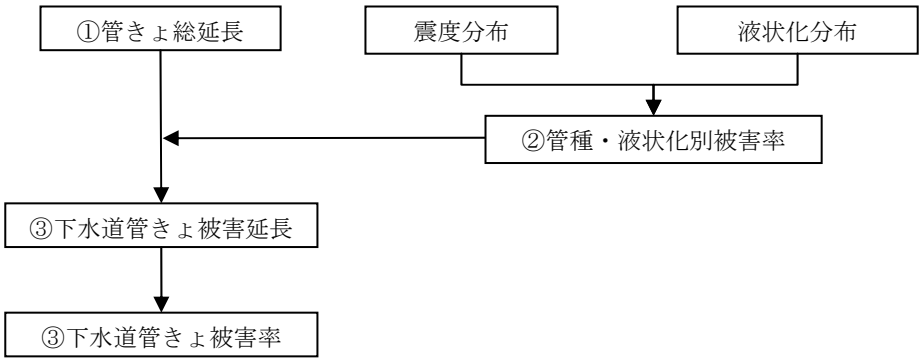


図 4-2　下水道管きょ被害率の算出フロー

出典：前回調査（2007）

① 管種毎の延長資料は、県内の流域下水道、農業集落排水及び漁業集落排水の埋設管を対象として県及び市町から収集したものを使用する。
② 管種・液状化毎被害率は、次表に示すとおりであり、管種別に震度階級と PL 値で決定される。
③ 下水道管きょ被害延長は、250mメッシュごとの震度分布と液状化危険度分布から管種・液状化別被害率を設定し、これに管きょ延長を掛け合わせることで算出する。

・下水道管きょ被害率＝管きょの被害延長/管きょ総延長
・管きょの被害延長＝管きょ総延長×管種・液状化別被害率

表 4-3　管種・液状化別被害率（単位：%）

管種	液状化＼震度		震度階級				
			5 弱	5 強	6 弱	6 強	7
塩ビ管・陶管	ＰＬ値	すべて	19.0	30.8	39.3	48.6	57.0
その他の管	ＰＬ値	15＜ＰＬ	11.4	17.4	23.1	28.0	33.4
		5＜ＰＬ≦15	8.7	13.6	17.0	20.8	24.6
		0＜ＰＬ≦5	8.0	12.6	15.6	19.1	22.5
		ＰＬ＝0	7.6	12.1	14.6	18.1	21.2

① 液状化地盤　　塩ビ管・陶管：兵庫県南部地震及び新潟県中越地震実態に基づく。
その他：日本海中部地震被害実態に基づく。
② 非液状化地盤　塩ビ管・陶管：兵庫県南部地震及び新潟県中越地震実態に基づく。
その他：日本海中部地震被害実態に基づく。

4.3 電力

電力は、延焼エリア及び非延焼エリアに区分し、延焼エリアは全面的に停電が生じると想定し、非延焼エリアは電柱被害から停電軒数を算定する手法を採用する。
想定手法は、前回調査（2007）を用いる。
○想定内容：電柱被害本数、停電件数
○採用機関：広島県（2007）、群馬県（2012）

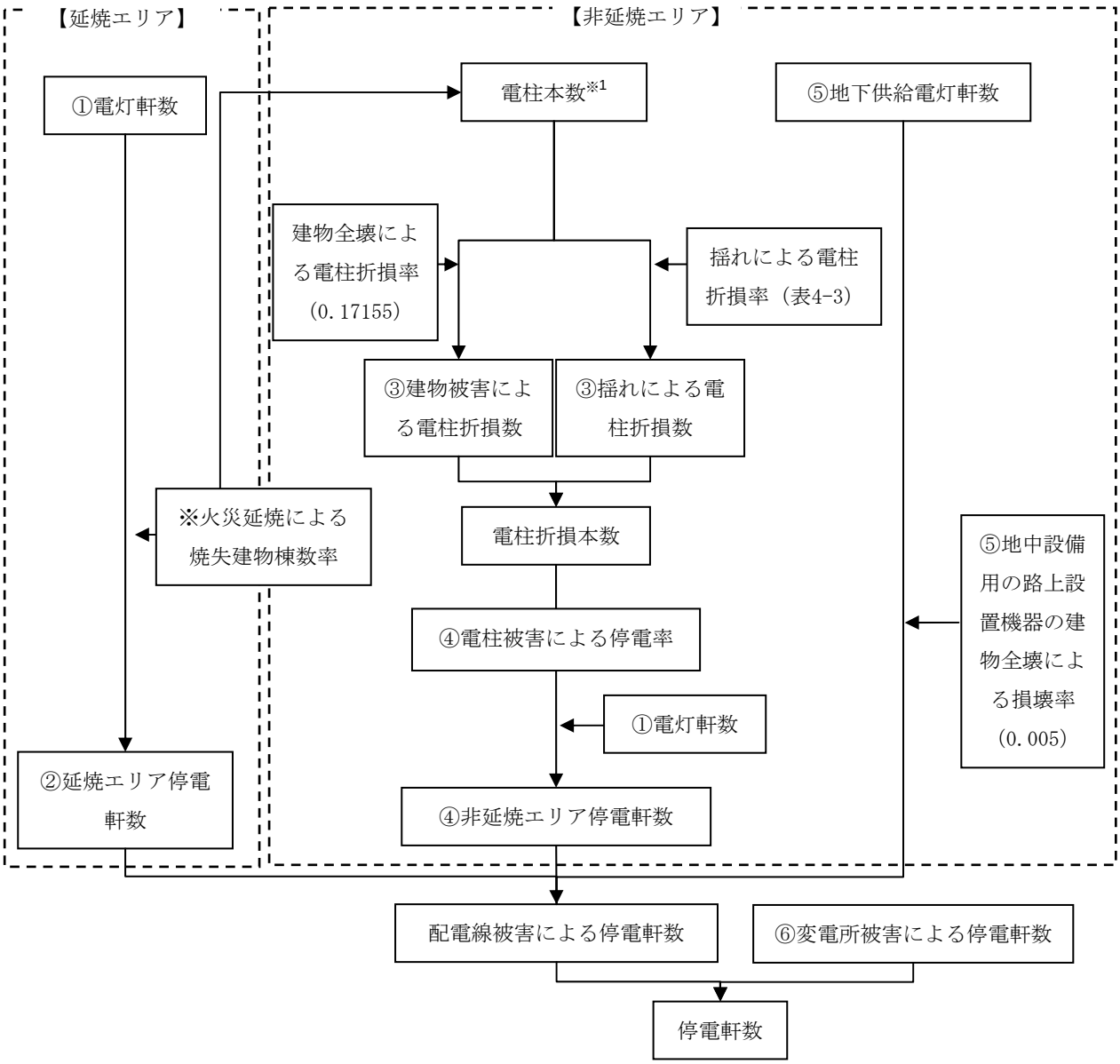


図 4-3　停電軒数の算出フロー

※1 総電柱本数から延焼エリアにある電柱本数を除外することで、非延焼エリアにある電柱本数とする。

出典：前回調査（2007）

① 電灯軒数、電柱本数は、本調査にて中国電力株式会社から収集した資料を使用する。

【延焼エリアの停電軒数】

② 延焼エリアでの停電軒数は、地震火災による建物被害で設定された火災延焼による焼失建物棟数率を電灯件数に掛け合わせることで算出する。

- 停電軒数＝電灯軒数×焼失建物棟数率
- 焼失建物棟数率＝焼失建物棟数/（木造建物棟数＋非木造建物棟数）

【非延焼エリアの停電軒数】

非延焼エリアでの停電軒数は、「ゆれ」、「建物倒壊への巻き込まれ」による電柱被害によるものとする。

③ 建物被害及び揺れによる電柱折損数は、阪神・淡路大震災時の被害実態に合わせた次の手法により算出する。

a)揺れによる電柱被害

- 電柱被害本数＝電柱本数×揺れによる電柱折損率
- 揺れによる電柱折損率※2を次表に示す。

表 4-4 震度階級別の電柱折損率

震度階級	電柱折損率
震度 5 以上	0.00005%
震度 6 以上	0.056%
震度 7	0.8%

※2 阪神・淡路大震災時の被害実態に基づく

b)建物倒壊への巻き込まれによる電柱被害

- 電柱被害本数＝電柱本数×建物全壊による電柱折損率
- 建物全壊による電柱折損率※3＝0.17155×建物全壊率

※3 阪神・淡路大震災時の被害実態に基づく。

④ 非延焼エリアでの停電軒数は、「ゆれ」及び「建物倒壊への巻き込まれ」による電柱被害によるものとし、阪神・淡路大震災時の被害実態に基づく鳥取県(2005)を採用する。

- 停電軒数＝電灯軒数×停電率(%)/100
- 電柱被害による停電率(%)＝19.5×配電線の被害率(%)$^{0.35}$
- 配電線被害率(%)＝100×被害亘長(km)/架空配電線の亘長(km)
- 被害亘長(km)＝a×b×電柱被害本数

a：阪神・淡路大震災における架空線断線径間/電柱被害本数(=0.4)

b：架空配電線の径間亘長(km/亘長)＝全亘長/（全電柱数/2)

【地下エリア停電軒数】

⑤ 地下エリアは、地中設備につながる路上設置機器の損壊により停電が生じると想定する。路上設置機器の損壊要因は、「建物倒壊への巻き込まれ」と想定する。

- 停電軒数＝地中供給電灯軒数×路上設置機器損壊率
- 路上設置機器損壊率＝建物全壊率×損壊係数（0.005）
- 建物全壊率＝木造建物全壊棟数/木造建物棟数

【変電所被害による停電軒数】

⑥ 変電設備については、過酷側の評価を行い、一部の変電所で被害が発生し、一旦、全ての設備が停止するものとする。停止変電所が供給している配電用変電所の供給軒数から、当該地域の配電線被害による停電軒数を引いたものを変電所被害による軒数とする。
停止変電所は、震度 6 強以上となるメッシュ内の変電所とする。（電力会社に確認）

なお、発電設備については、複数の発電所で被害があったとしても、地震発生直後に相当量の負荷脱落量があるために電力不足にはならないとする。

4.4 通信

通信は、延焼エリア及び非延焼エリアに区分し、延焼エリアは全面的に通信寸断が生じると想定し、非延焼エリアは電柱被害から通信寸断を算定する手法を採用する。
想定手法は、前回調査（2007）を用いる。
○想定内容：電柱被害本数、不通回線数
○採用機関：広島県（2007）、群馬県（2012）

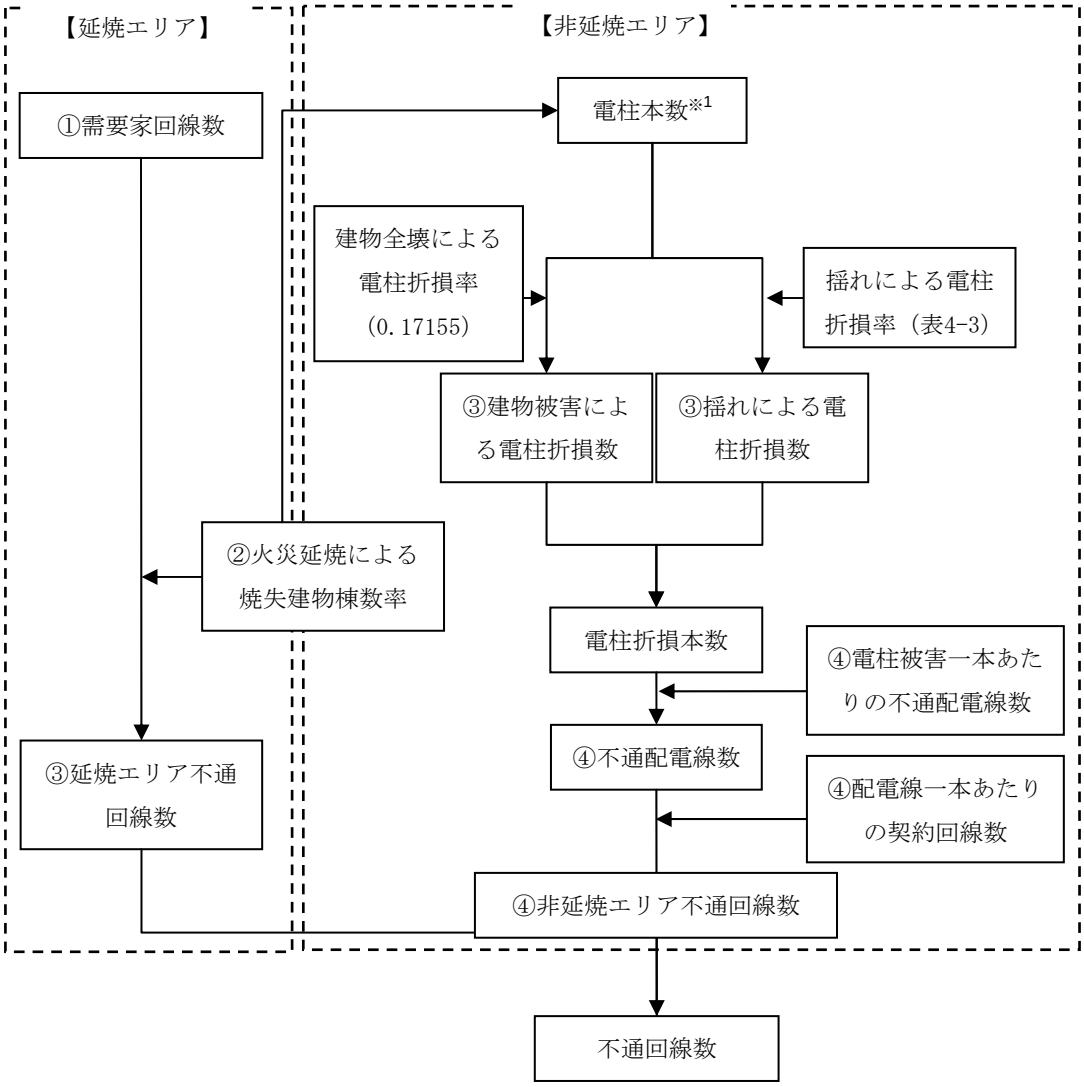


図 4-4　不通回線数算出フロー

※1 総電柱本数から延焼エリアにある電柱本数を除外することで、非延焼エリアにある電柱本数とする。

出典：前回調査（2007）

① 県内の加入電話の回線数を対象とすることとし、西日本電信電話株式会社から収集する資料を使用する。

【延焼エリア不通回線数】

② 延焼エリアでの不通回線数は、地震火災による建物被害で設定された火災延焼による焼失建物棟数率を需要家回線数に掛け合わせることで算出する。

・　不通回線数＝需要家回線数×焼失建物棟数率
・　焼失建物棟数率＝焼失建物棟数/（木造建物棟数＋非木造建物棟数）

【非延焼エリア不通回線数】
非延焼エリアでの不通回線数は、「ゆれ」、「建物倒壊への巻き込まれ」による電柱被害によるものとする。
なお、地下エリアは、耐震性が確保されているものとして対象としない。

③　建物被害及び揺れによる電柱折損数は、阪神・淡路大震災時の被害実態に合わせた次の手法により算出する。

a)揺れによる電柱被害
・　電柱被害本数＝電柱本数×揺れによる電柱折損率
・　揺れによる電柱折損率※2を次表に示す。

表 4-5　震度階級別の電柱折損率

震度階級	電柱折損率
震度 7	0.8%
震度 6 以上	0.056%
震度 5 以上	0.00005%

※2 阪神・淡路大震災時の被害実態に基づく

b)建物倒壊への巻き込まれによる電柱被害
・　電柱被害本数＝電柱本数×建物全壊による電柱折損率
・　建物全壊による電柱折損率※3＝0.17155×建物全壊率
※3 阪神・淡路大震災時の被害実態に基づく。

④　不通配電線数は、阪神・淡路大震災の被害実態に基づき、次の手法により算出する。

・　不通回線数＝電柱被害本数×電柱被害一本当たりの不通回線数
・　電柱被害一本当たりの不通回線数※4＝電柱被害一本当たりの不通配電線数
×配電線一本当たりの契約回線数
※4 電柱被害一本当たりの不通配電線数は、阪神・淡路大震災の被害実態に基づき、東京都被害想定（平成 9 年 8 月）において設定された「電柱被害一本当たりの不通に係る配電線数（0.396)」を採用

・　配電線一本当たりの契約回線数＝需要家回線数/配電線数
＝需要家回線数/（電柱本数×電柱一本当たりの配電線数※5)
※5 電柱一本当たりの配電線数を 1 と仮定

⑤　通信設備拠点は、耐震化及びバックアップ設備や多重化が施され、阪神・淡路大震災時にも電力供給停止に伴う交換機能の停止以外では、機能支障にいたる被害は発生していないことから、拠点施設の被災による機能停止は対象としない。

4.5 ガス

ガスは、震度分布と SI 値から供給停止区域を把握する手法を採用する。
想定手法は、前回調査（2007）を用いる。
○想定内容：供給停止件数
○採用機関：広島県（2007）、東京都（2012）、群馬県（2012）

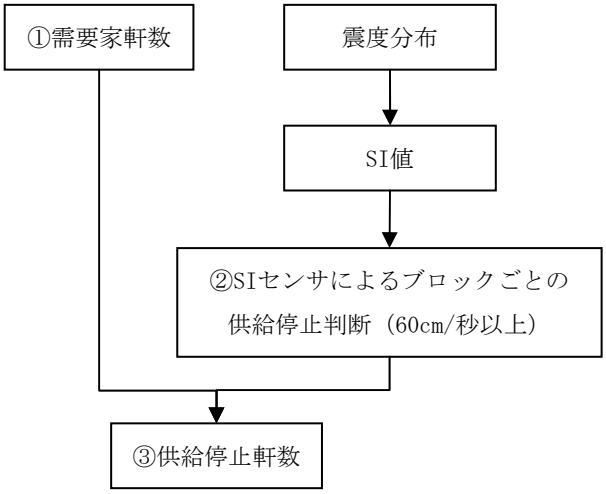


図 4-5　ガス供給停止件数の算出フロー

出典：前回調査（2007）

① 需要家軒数は、県内の低圧導管及び中圧導管ブロックを対象として、該当するガス会社から収集した資料を使用する。
② SI 値は、地震動予測で算出される値を採用することとし、SI センサ位置で SI 値が 60cm/s を超過しているブロックは供給停止とする。
③ 供給停止軒数は、供給停止したブロックに含まれる需要家軒数とする。

なお、高圧導管は、阪神・淡路大震災の地震動に対しても機能上問題となる被害が確認されていないことから、本調査の対象外とする。

4.6 復旧日数（検討中）

復旧日数は、各ライフライン事業者へのヒアリングや他自治体の手法に基づき設定する。
○想定内容：ライフラインの復旧日数
○採用機関：広島県（2007）

復旧日数の算定は、震源断層を特定した地震を対象とし、各ライフライン事業者へのヒアリングに基づき設定する。復旧状況の時系列変化（復旧曲線）や復旧に必要な人員数は、各事業者の実態を踏まえて設定する。

4.6.1 上水道

【復旧目標日数】

政策目標：30 日

阪神・淡路大震災の実態である 42 日と内閣府「首都直下地震に係る被害想定」(2006) を参考に設定

【復旧曲線】

地震発生直後は被害状況の調査を行い、1 日後からの復旧スタートとする（被災直後の変電所被災による一時的な広範囲の断水は想定しない)。ただし、人口の集中する一部地域については 4 日後までは制水弁閉止とバックアップルートの確保による断水範囲縮小作業を行い、その後、修理作業を行うこととする。

制水弁閉止とバックアップルートの確保による断水範囲の縮小による効果は、地震発生後 4 日後に、県全体で断水人口の 7 割が回復すると想定する。

【復旧作業に投入する人員数】

東京都（1997）を参考に、復旧に必要な人員数等を次表のように設定する。

管の種類	1 班あたりの必要人員	応急復旧作業効率
配水管路	職員 2 人，作業員 8 人	1.09 件/班・日
工業用水配水管路	職員 2 人，作業員 16 人	0.5 件/班・日

本検討では、被害箇所数の予測結果から、必要となる班数は下式よる求まる。

配水管路復旧必要班数＝（配水管路被害箇所数）／（1.09×26 日）

工業用水管路復旧必要班数＝（工業用水配水管路被害箇所数）／（0.5×26 日）

必要となる人員数は下式より求まる。

必要人員数＝（配水管路復旧必要班数）×10（人）
＋（工業用水配水管路復旧必要班数）×18（人）

4.6.2 下水道

【復旧目標日数】

政策目標：30 日

阪神・淡路大震災の実態である 42 日と内閣府「首都直下地震に係る被害想定」(2006) を参考に設定

【復旧曲線】

地震発生 1 日後から復旧スタートし、等比級数的に回復すると仮定する。

【復旧作業に投入する人員数】

下水道は上水道が復旧しない間は使用できないことから、下水道の復旧は上水道の復旧状況に合わせながら戦略的に実施されると考えられるため、下水道の復旧作業に投入する人員数については、検討の対象外とする。

4.6.3 電力

応急復旧想定においては、配電設備の応急復旧を対象とする。

【復旧日数】

復旧日数は、次式から算出する。

復旧日数＝{(電柱被害本数×電柱 1 本当たりの作業時間)/（該当営業所数×復旧作業架線班数）}/1 日当たり作業時間

・電柱 1 本当たりの作業時間：120 分/班

・1 日当たり作業時間：12 時間とする

【復旧曲線】

地震発生直後から 1 日間は、被害状況の調査及び復旧要員の動員にあてられる。なお、変電所被害による停電については、被害発生直後から電力系統切り替えによる復旧作業を行い、停電に至るような機能支障については、1 日以内に回復するとする。

【復旧作業に投入する人員数】

被害設備に対する応急復旧作業人員は、県内の各営業所ごとに配置され、発災後各受け持ち地域の応急復旧作業にあたる。

4.6.4 通信

【復旧日数】

政策目標：14 日（阪神・淡路大震災の実態：14 日）

【復旧曲線】

地震発生直後から数日目までの作業は被害状況の調査や通信途絶防止措置（特設公衆電話設置等）が中心となり、その後、本格的な復旧作業となる。

4.6.5 ガス

【復旧日数】

阪神・淡路大震災におけるガス管被害率と応急復旧作業効率の関係を用いて、復旧日数の算定を行う。また、阪神・淡路大震災の実態より、応急復旧完了を機能支障実態数の 80%が回復するまでとする。

【復旧曲線】

地震発生直後からの復旧作業開始とする。

5　交通施設被害

5.1 緊急輸送道路

緊急輸送道路の橋梁（橋長 15m 以上）、トンネル、盛土、切土・斜面を対象として、過去の被害から設定した被害率を用いて被害箇所数を算定する。
想定手法は、前回調査（2007）を用いる。
○想定内容：橋梁、トンネル、盛土、切土・斜面の被害箇所数
○採用機関：広島県（2007）

5.1.1 対象施設の抽出

緊急輸送道路にかかる橋梁（橋長 15m以上）、トンネル、盛土、切土・斜面は、広島県、広島市、NEXCO 西日本、広島県道路公社、本四連絡高速道路から収集した資料を使用する。

5.1.2 被害想定手法の整理

① 過去の地震、特に 1964 年新潟地震、1968 年十勝沖地震、1978 年宮城県沖地震、1983 年日本海中部地震、1993 年北海道南西沖地震、1995 年兵庫県南部地震等の記録から、実際の構造物の被災数を参考に設定された震度ごとの被害率から被害数を予測する。
被害率は、次表に示すとおりである。

表 5-1　橋梁の被害率　（単位：箇所/橋梁１橋）

震度階級	4	5弱	5強	6弱	6強	7
耐震ランクA	0.00	0.08	0.15	0.26	0.43	0.76
耐震ランクB	0.00	0.02	0.03	0.06	0.43	0.76
耐震ランクC	0.00	0.00	0.00	0.01	0.11	0.20

表 5-2　橋梁の耐震ランクの分類

耐震ランク	摘　要
A	・昭和 39 年以前の道路橋示方書による設計のもの ・適用示方書の年次が不明のもの
B	・昭和 46 年の道路橋示方書による設計のもの
C	・昭和 55 年以降の道路橋示方書による設計のもの ・適用示方書の年次によらず耐震対策が完了したもの

表 5-3　トンネルの被害率　（単位：箇所/トンネル箇所）

震度階級	4	5弱	5強	6弱	6強	7
被害率	0.01	0.02	0.03	0.05	0.10	0.17

表 5-4　盛土の被害率　（単位：箇所/盛土ｋｍ）

震度階級	4	5弱	5強	6弱	6強	7
液状化危険度 ＰＬ値＞15	0.16	0.51	0.89	1.59	2.84	5.04
液状化危険度 ＰＬ値≦15	0.06	0.18	0.32	0.57	1.02	1.81

和歌山（2006）

表 5-5　切土・斜面の被害率　（単位：箇所/（切土・斜面）km）

震度階級	4	5弱	5強	6弱	6強	7
被害率	0.05	0.16	0.28	0.50	0.89	1.59

② 道路の対象区間における被害箇所数は、次の式により求める。

$$P = \sum_{i=1}^{n1} Pbr_i + \sum_{i=1}^{n2} Pt_i + \sum_{i=1}^{n3} lb_i \cdot Pb_i + \sum_{i=1}^{n4} lc_i \cdot Pc_i$$

P	：対象区間の被害箇所数	（箇所）
Pbr_i	：対象区間内のi番目の橋梁の被害率	（箇所／箇所）
Pt_i	：対象区間内のi番目のトンネルの被害率	（箇所／箇所）
Pb_i	：対象区間内のi番目の盛土の被害率	（箇所／km）
Pc_i	：対象区間内のi番目の切土・斜面の被害率	（箇所／km）
lb_i	：対象区間内のi番目の盛土の延長	（km）
lc_i	：対象区間内のi番目の切土・斜面の延長	（km）
$n1$	：対象区間内の橋梁の全箇所数	（箇所）
$n2$	：対象区間内のトンネルの全箇所数	（箇所）
$n3$	：対象区間内の盛土の全箇所数	（箇所）
$n4$	：対象区間内の切土・斜面の全箇所数	（箇所）

5.2 鉄道

県内の鉄道（JR、アストラムライン、広島電鉄）の橋梁・高架橋を代表的な被害発生の対象とし、過去の被害データをもとに被害箇所数を算定する。
想定手法は、前回調査（2007）を用いる。
○想定内容：橋梁・高架橋の被害箇所数
○採用機関：広島県（2007）、東京都（2012）、群馬県（2012）

5.2.1 対象施設の抽出

県内の新幹線、在来線、アストラムライン、広島電鉄を対象として、橋梁・高架橋の被害箇所数を想定する。

① 橋梁・高架橋を代表的な被害発生の対象とし、落橋・倒壊を大被害（機能支障あり）、亀裂・損傷を中小被害（機能支障なし）とする。

5.2.2 被害想定手法の整理

鉄道施設の被害想定手法は次に示すとおりである。

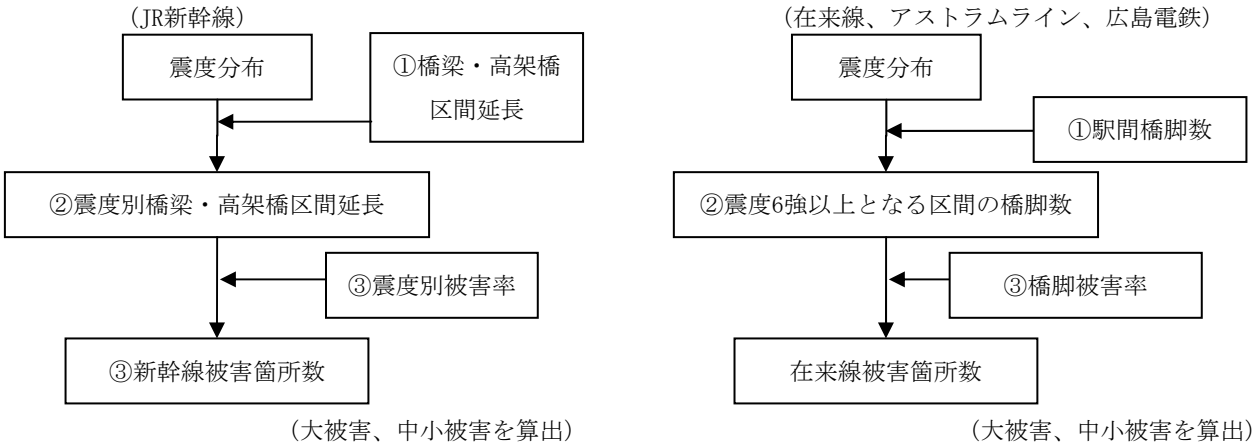


図 5-1　JR 新幹線、JR 在来線・アストラムライン・広島電鉄の被害箇所数の算定

出典：前回調査（2007）

(1)JR 新幹線

① 橋梁・高架橋区間延長は、JR 西日本から収集した資料を使用する。

② 橋梁・高架橋区間延長と震度分布から、震度別（7、6 強）の橋梁・高架橋区間延長を算出。

③ 大被害の箇所数は、阪神・淡路大震災時の延長あたり落橋・倒壊率から算出。中小被害（損傷・亀裂）の箇所数は、阪神・淡路大震災時の大被害と中小被害の割合がおよそ 1：9 であることから、大被害箇所数の約 9 倍とする。

表 5-6　JR 新幹線の橋梁・高架橋区間の延長あたりの被害箇所数　（箇所/ｋｍ）

	震度階級	耐震強化前	耐震強化後
大被害（落橋・倒壊）の発生率	7	5.71	0
	6 強	2.67	0
中小被害（損傷・亀裂）の発生率	7	51.4	57.1
	6 強	24.0	26.7

（出典）東京都被害想定（平成 9 年）をもとに集計

※大被害：機能支障に至る程度の橋梁・高架橋の被害（崩壊、倒壊、耐荷力に著しい影響がある損傷）

※中小被害：機能支障に至らない程度の橋梁・高架橋の被害（短期的には対荷力に影響のない損傷）

耐震強化後の橋脚については、落橋・倒壊が発生しないものとし、全て損傷・亀裂程度に抑えられるものとする。

耐震強化後は大被害ゼロとし、中小被害の発生割合については、耐震強化前の大被害＋中小被害の発生割合とする。

(2)JR 在来線、アストラムライン、広島電鉄

① 駅間橋脚数は、JR 西日本、広島電鉄から収集した資料を使用する。

② 駅間の最大震度が 6 強以上となる区間の橋脚本数を算出。

③ 阪神・淡路大震災時の実態から、大被害（落橋・倒壊）箇所数、中小被害（亀裂・損傷）箇所数を算出。

表 5-7　JR 在来線、アストラムライン、広島電鉄の橋脚１本あたりの被害箇所数（箇所/本）

	震度階級	耐震強化前	耐震強化後
大被害（落橋・倒壊）	6 強以上	0.00293	0
中小被害（損傷・亀裂）	6 強以下	0.0315	0.0344

（出典）運輸省鉄道局「よみがえる鉄路」をもとに集計

耐震強化後の橋脚については、落橋・倒壊が発生しないものとし、全て損傷・亀裂程度に抑えられるものとする。

耐震強化後は大被害ゼロとし、中小被害の発生割合については、耐震強化前の大被害＋中小被害の発生割合とする。

5.3 港湾

特定重要港湾、重要港湾、地方港湾の計 17 港湾について岸壁及び桟橋を対象として、慣性力及び過剰間隙水圧を考慮した安定性評価を行い、被害の程度を想定する。
想定手法は、前回調査（2007）を用いる。
○想定内容：施設被害度
○採用機関：広島県（2007）

5.3.1 対象施設の抽出

地震被害想定は、次に示す 3 種の港湾施設を対象とする。

【特定重要港湾施設】
災害時においては、人的被害、物的被害などに対する支援が港湾の機能として重要である。中でも、人的被害を最小限に止めることが防災上特に重要な課題であり、被災者の緊急避難や移動に対する海上輸送ルートの確保が、港湾機能として必要不可欠な施設。県内人口の約 70%を背後圏人口に持つことから、災害時に様々な対応が必要となる施設。

【重要港湾施設】
本土側港湾においては、海上経路（航路）の要所となる施設。地震防災上の拠点港となり得る港湾。

【地方港湾施設】
地方港湾については、被災者の緊急輸送ルートの確保が第一義的であるとの観点から、次のいずれかの条件を満たす施設を抽出する。
a)各市町ごとに最低 1 箇所の港湾施設を抽出。
※複数の港湾が所在する場合は、船舶乗降人員の多い港湾。
b)防災緑地の計画のある港湾（災害時避難場所）。
C)重要港湾施設の人流補助的港湾となり得る港湾。

表 5-8　対象となる港湾施設

区分	港湾及び地区名	対象施設名
特定重要港湾	広島港（海田、出島、五日市）	岸壁
	広島港（宇品、廿日市）	岸壁・桟橋
	広島港（宇品内港）	桟橋
重要港湾	福山港（沖浦、一文字、新涯、箕島、箕沖）、尾道糸崎港（機織、山波、松浜、糸崎、貝野）、呉港（川原石（南）、川原石（西）、阿賀マリノポリス、広多賀谷町、広黄播）	岸壁
	尾道糸崎港（尾道、新浜、内港）、呉港（宝町）	岸壁・桟橋
	福山港（内港）、尾道糸崎港（浦崎、歌）、呉港（川原石、仁方）	桟橋
地方港湾	大西港（原下）	岸壁
	土生港（土生）、瀬戸田港（沢）、須波港（須波）、竹原港（本港）、鮴崎港（大田）、御手洗港（三角）、蒲刈港（向）、釣士田港（宇和木）、大柿港（大君）、小用港（小用）	桟橋

5.3.2 被害想定手法の整理

地震被害想定手法は、次のとおりである。

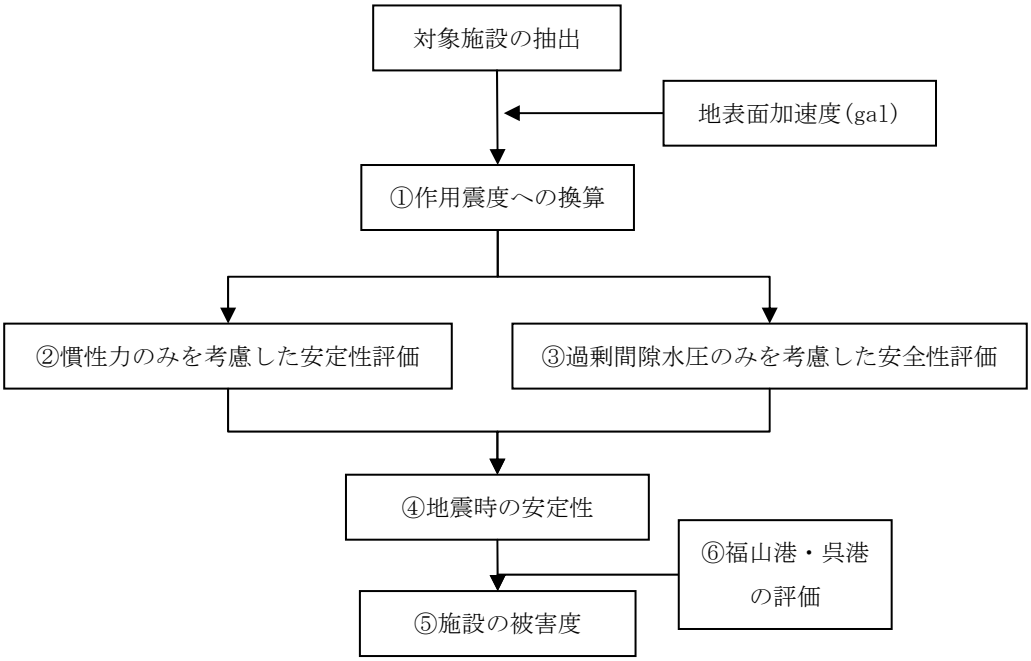


図 5-2　港湾施設被害想定フロー

港湾施設は、「海岸保全施設耐震点検マニュアル　平成７年４月；農林水産省・水産庁・運輸省・建設省（以下、点検マニュアルとする)」によって、地震時の構造物の被害形態と被害程度の関係が整理されている。本調査では、点検マニュアルの土堰堤形式編及び重力式（コンクリート構造物）編の考え方に準拠して、想定地震による被害を想定する。

① 各施設位置での地表面加速度を作用震度 Ke に換算する。換算式は、次のとおりである。

Ke＝α/g　（α≦200gal の場合）
Ke＝1/3・（α/g）1/3（α＞200gal の場合））
　　Ke：水平震度
　　α　：各施設位置での地表面加速度（gal）
　　g　：重力加速度（980gal）

この式は、重力式構造物の被災事例から地表面加速度と静的震度を関係づけたものである。なお、この関係式は、本来非液状化地盤に対してのみ適用可能なものであるが、水平震度を適用することによって液状化の危険性を評価する。

地表面加速度αは、地震動予測で算出される値を採用する。

② 慣性力のみを考慮した安定性評価

慣性力のみを考慮した場合の安全率は、次式により算出する。

$$Fsd(Ke) = \alpha \cdot Fso$$

Fsd(Ke)：慣性力のみを考慮した場合の安全率

α　：慣性力に対する安全率の低減係数

Fso　：施設の静的安全率（施設ごとに求められている）

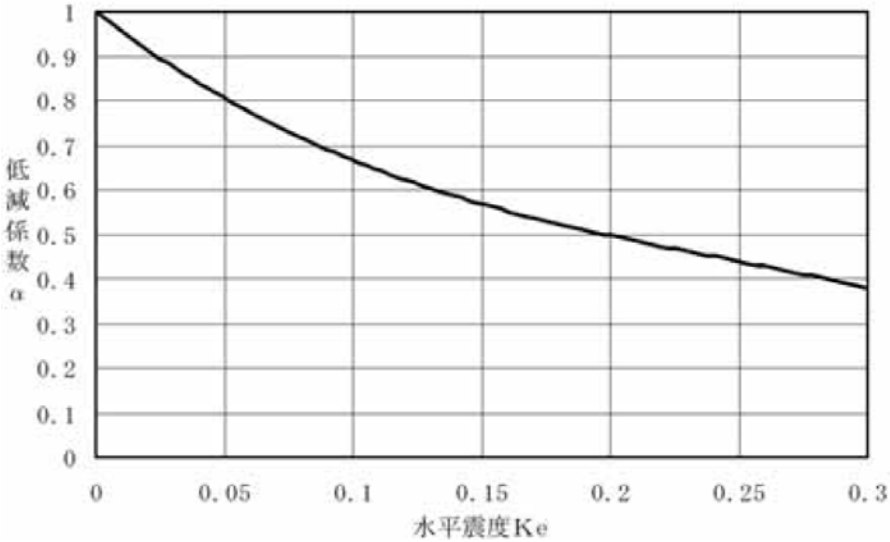


図 5-3　液状化に対する安全率の低減係数

前回調査 2007（出典：海岸保全施設耐震点検マニュアル　平成 7 年 4 月；農林水産省・水産庁・運輸省・建設省）

③ 過剰間隙水圧のみを考慮した安定性評価

過剰間隙水圧のみを考慮した場合の安全率は、次式より算出する。

$$Fsd(\triangle u) = \beta \cdot Fso$$

Fsd(△u)：過剰間隙水圧のみを考慮した場合の安全率

β　：過剰間隙水圧に対する安全率の低減係数

Fso　：施設の静的安全率（施設ごとに求められている）

表 5-9　過剰間隙水圧に対する安全率の低減係数β

液状化抵抗率ＦＬ	Ａタイプ	Ｂタイプ
ＦＬ≦1.0	0.25	0.4
1.0＜ＦＬ≦1.1	0.45	0.6
1.1＜ＦＬ≦1.25	0.7	0.85
1.25＜ＦＬ≦1.5	0.9	0.95
1.5＜ＦＬ	1.0	1.0

Ａタイプ：砂地盤

Ｂタイプ：多層地盤で粘性土でＦso が最小

前回調査 2007（出典：海岸保全施設耐震点検マニュアル　平成 7 年 4 月；農林水産省・水産庁・運輸省・建設省）

液状化抵抗率 FL を判定するための液状化判定用震度は、次式による。

Ks＝Ke×(kso/ko)

Ks ：液状化判定用震度

Ke ：作用震度

ko ：慣性力用標準震度 0.20

kso：液状化用標準震度 0.15

ここで、求める液状化判定用震度 Ks が、作用震度 Ke×(ｋso/ｋo)としたのは、点検マニュアルにおいて慣性力用標準震度：0.20 と設定されているのに対して液状化用標準震度：0.15 と設定していることから、これに準拠して、液状化判定用震度は作用震度を 25%（0.15/0.20）低減させた。

また、液状化抵抗率 FL は、次の式により算出する。

FL＝R/L

L＝L’・(Ks/Kso)

FL：液状化抵抗率

R ：動的せん断強さ比（施設ごとに求められている）

L ：地震時せん断応力比（想定される地震ごとに求める）

L’：既往の設計震度により求められた地震時せん断応力比

④ 地震時の安定性

地震時の安定性の評価は、解析を実施している地点（区間）において前述の慣性力のみを考慮した場合と過剰間隙水圧のみを考慮した場合の安全率を比較し、小さい方を採用する。

なお、地震による施設の被害程度は、地震時安全率をもとに次の表による Fsd 評価値を求め、被害形態・被害程度の想定フローを用いて予測する。

表 5-10 Fsd 評価値

Ｆsd 評価値	Ｆsd(Kh)	Ｆsd(Δｕ)
a	1.0 ＜ Ｆsd	
b	0.8 ＜Ｆsd ≦1.0	
c	Ｆsd ≦0.8	0.6 ＜Ｆsd ≦ 0.8
d	－	Ｆsd ≦ 0.6

前回調査 2007（出典：海岸保全施設耐震点検マニュアル　平成 7 年 4 月；農林水産省・水産庁・運輸省・建設省）

⑤ 施設の被害度

施設の被害度は、土堰堤形式の被害程度を評価する次の手法を参考に評価する。

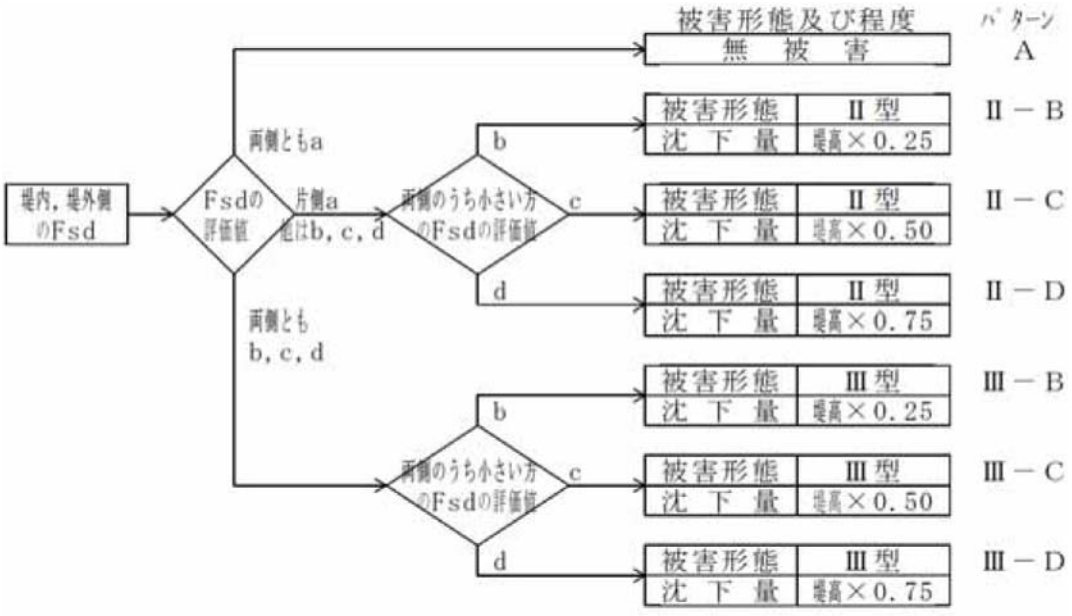


図 5-4　被害形態・被害程度の想定フロー

前回調査 2007（出典：海岸保全施設耐震点検マニュアル　平成 7 年 4 月；農林水産省・水産庁・運輸省・建設省）

以上の計算で求まる被害形態・被害程度は、土堰堤形式を対象とするものであり堤内及び堤外を区分しているが、本調査では岸壁・桟橋を対象とするため、堤内・堤外の区分がない。そのため、両岸とも同じ評価値になるものとして評価する。

また、上記フローは、施設が被災した場合の施設沈下量を想定するものであるため、本調査では、地震時の施設被害を示す目安として次表による評価を行った。

表 5-11　施設の被害度

被害形態	Fsd 評価値	被害度評価
Ⅲ-D Ⅲ-C Ⅱ-D Ⅱ-C	c, d	施設被害が高い
Ⅲ-B Ⅱ-B	b	施設被害がやや高い
A	a	施設被害が低い

※両側とも同じ評価値とするため、Ⅱ-D、Ⅱ-C は該当する Fsd 評価値なし

出典：前回調査（2007）一部加筆

⑥ 地震福山港・呉港の評価手法

福山港箕沖地区及び呉港宝町地区では､他の港湾施設と異なった手法で耐震性評価がされているため、次の手法により地震時の機能支障について評価する。なお、福山港箕沖地区については、同地区の岸壁が耐震強化岸壁であることを評価し、想定地震によらず被害度が低いと判定する。

作用震度は、震度分布から換算した加速度からアの手法より求める。

対象がケーソン護岸であるので、海岸保全施設耐震点検マニュアルの図表を用い、設置水深、天端高から必要天端幅を求め、これと現状の天端幅を比較する。液状化危険度についてはメッシュごとに求められている PL 値を用いて判断する。液状化対策が施されている場合は、それを評価する。

評価結果は、次表のとおりとする。

表 5-12　福山港・呉港における被害度評価

評価結果	被害度評価
構造、液状化ともに危険の場合	被害度が高い
どちらか一方が危険の場合	被害度がやや高い
両者とも危険ではない場合	被害度が低い

出典：前回調査（2007）

5.4 空港

広島空港及び広島西飛行場を対象とし、空港機能の維持に重要な建物と滑走路について、メッシュ震度と液状化危険度から地震時の使用可能性を定性的に評価する。

〇想定内容：液状化危険度

〇採用機関：広島県（2007）、島根県（2012）

6　生活支障

6.1 避難者

建物やライフライン被害に伴い、避難所生活又は疎開を強いられる住居制約者を避難者としてみなし、発災 1 日後、4 日後、1 ヶ月後の避難者数を想定する。
想定手法は、前回調査（2007）を用いる。
○想定内容：発災 1 日後、4 日後、1 ヶ月後の避難者数
○採用機関：広島県（2007）、東京都（2012）、島根県（2012）

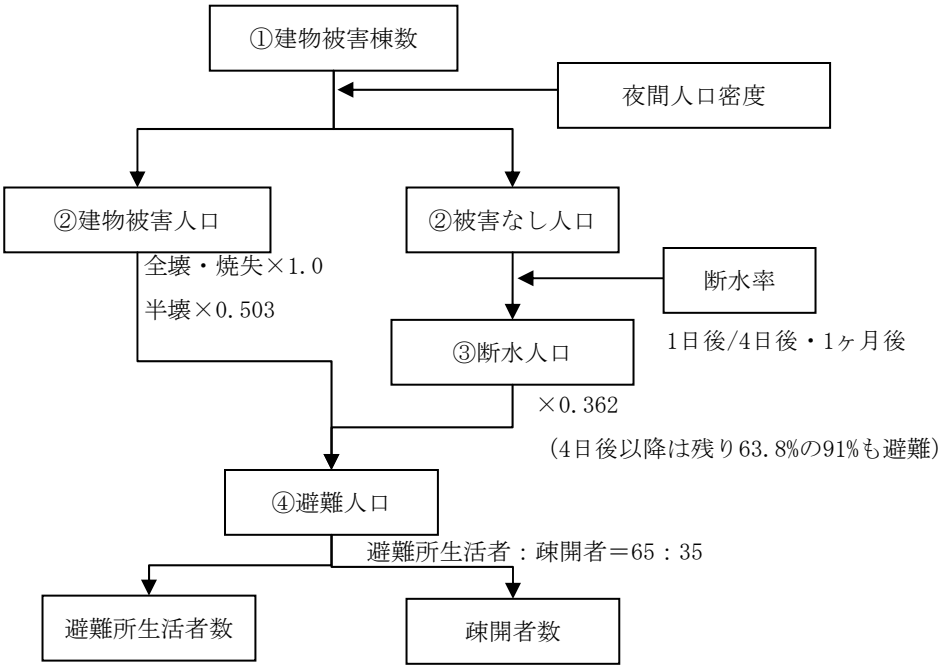


図 6-1　避難者数の算出フロー

出典：前回調査（2007）

① 建物被害やライフライン被害は火災被害による影響を受けるため、建物被害が最大となる冬の夕方 18 時かつ風速 8m/ｓの条件による建物被害棟数を使用する。

② 住宅被害を受け避難する人と、自宅の建物自体には被害がないが断水により避難する人の 2 種類を想定する。断水率は、発災 1 日後、4 日後、1 ヶ月後を想定する。
室崎ら（1996）による神戸市内震度 7 地域の住民へのアンケート調査より、翌日避難する人は全壊住宅で 100%、半壊住宅で 50.3%、軽微又は被害なし住宅で 36.2%（断水時の避難率として用いる）

③ 内閣府「首都直下地震に係る被害想定手法について」（2006）によると、阪神・淡路大震災以降の都市住民の意識調査（1995）より、断水が続いた場合、発災 4 日後で約 91%の都民が「限界である」と回答している。よって、4 日後以降も断水する場合は、発災直後に断水が生じたものの避難しなかった人口のうち 91%が避難するものとした。

④ 避難所へ避難する人と、避難所以外へ避難・疎開する人はおよそ 65：35 とする。

（1 日後の場合）

・ 避難人口＝全壊・焼失人口＋0.503×半壊人口＋0.362×断水率×被害なし人口

（4 日後、1 ヶ月後の場合）

・ 避難人口＝全壊・焼失人口＋0.503×半壊人口＋0.362×断水率×被害なし人口
＋0.91×（1－0.362）×断水率×被害なし人口

（避難所生活者数、疎開者数）

・ 避難所生活者数＝避難人口×0.65
・ 疎開者数＝避難人口×0.35

6.2 帰宅困難者

各地区に滞留する就業、通学者のうち、自宅までの距離が遠く、徒歩による帰宅が困難な人を帰宅困難者として市町単位に想定する。

想定手法は、前回調査（2007）を用いる。

○想定内容：帰宅困難者数

○採用機関：広島県（2007）、群馬県（2012）、島根県（2012）

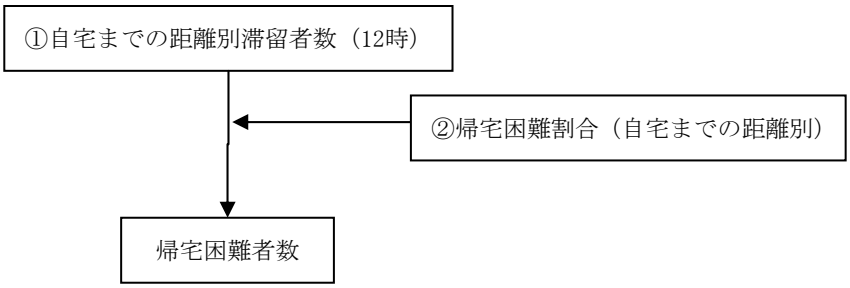


図 6-2　帰宅困難者の算出フロー

出典：前回調査（2007）

① 自宅までの距離別滞留者数（12 時）

・ 平成 22 年国勢調査報告の「市区町村、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」のデータを用いて、自宅までの距離別滞留者数データを作成する。（私事目的による滞留者は考慮しない）
・ 発災時刻は、都心部の滞留者が多いと考えられる昼 12 時を想定する。

② 帰宅困難割合（自宅までの距離別）

・ 従業・通学地から自宅までの距離は、従業・通学地のある役場（支所も含む）から自宅のある役場間の直線距離で代用する。
・ 震度 5 以上の揺れで交通機関は点検等のため停止し、また夜間に入るなど運行再開に時間がかかるため、滞留者の帰宅手段は徒歩のみとする。（確認中）
・ 各地区の滞留者のうち、自宅までの距離が遠く、徒歩による帰宅が困難な人の数を算出する。

表 6-1　自宅までの距離別帰宅困難割合

自宅までの距離	帰宅困難割合
～10km	全員帰宅可能（帰宅困難割合＝0%）
10km～20km	被災者個人の運動能力の差から、帰宅困難割合は 1km 遠くなるごとに 10%増加
20km～	全員帰宅困難（帰宅困難割合＝100%）

6.3 物資不足量

避難所生活者を対象者として、食糧・給水需要量、不足量を想定する。想定手法は、前回調査（2007）を用いる。
○想定内容：食料不足量、給水不足量
○採用機関：広島県（2007）、群馬県（2012）、島根県（2012）

① 食糧不足量

- 被害が最大となる冬の夕方 18 時かつ風速 8m/ｓの条件で想定する。
- 対象とする食糧は、米、主食系食糧（米以外）、粉ミルク（0 歳児が対象）とする。
- 食糧需要は阪神・淡路大震災の事例に基づき、避難所生活者を対象者として、1 日 3 食を原単位と考えるが、1 日後の食料需要については「避難人口＝全壊・焼失人口＋0.503×半壊人口＋0.362×断水率×被害無し人口」のうち、下線部の数から非常持ち出し食料を備蓄している者の割合 30.5%を除く。

【非常持ち出し食糧の備蓄日数アンケート結果（平成 23 年度、広島県）】
1 日備蓄 3.3%、2 日備蓄 8.9%、3 日備蓄 10.3%、4 日以上備蓄 8.0% 計 30.5%

- 食糧の供給は、県・市町の持つ備蓄数量とする。
- 需要と供給の差より、不足量を算出する。

② 給水不足量

- 被害が最大となる冬の夕方 18 時かつ風速 8m/ｓの条件で想定する。
- 給水需要量は避難所生活者を給水需要者として算定する。飲料水のみを考慮する場合は 1 日 3 リットル、生活用水を含める場合（4 日目以降）は 1 日 20 リットルを原単位とする。
- 1 日後の給水需要については「避難人口＝全壊・焼失人口＋0.503×半壊人口＋0.362×断水率×被害無し人口」のうち、下線部の数から、飲料水を備蓄している者の割合 34.8%を除く。

【飲料水の備蓄日数アンケート結果（平成 18 年度、広島県）】
1 日備蓄 10.7%、2 日備蓄 8.1%、3 日備蓄 9.3%、4 日以上備蓄 6.7% 計 34.8%

- 飲料水の供給は、市町の持つ備蓄数量とする。
- 需要と供給の差より、不足量を算出する。

6.4 仮設トイレ不足量

避難所生活者を対象者として、仮設トイレ不足量を想定する。
想定手法は、前回調査（2007）を用いる。
○想定内容：トイレ不足量
○採用機関：広島県（2007）

① 被害が最大となる冬の夕方 18 時かつ風速 8m/ s の条件で想定する。
② 需要は、避難所における避難者数を対象とし、仮設トイレについては 100 人あたり 1 基、簡易トイレについては 10 人あたり 1 個を原単位とする。（1 日後の仮設トイレ不足量算出には、簡易トイレを仮設トイレ 0.1 基に換算する）
③ また、容量で評価する場合は、1 人 1 日あたり、し尿排出量を 1.2 リットルとし、し尿収集の間隔日数を 3 日とする。
④ 供給は県・市町の持つ仮設トイレ・簡易トイレの備蓄量とする。
⑤ 需要と供給の差より、不足量を算出する。

6.5 医療機能支障

医療機能支障として、要転院患者数と医療需給過不足数を二次医療圏単位で想定する。
想定手法は、前回調査（2007）を用いる。
○想定内容：要転院患者、医療需給過不足数
○採用機関：広島県（2007）、群馬県（2012）

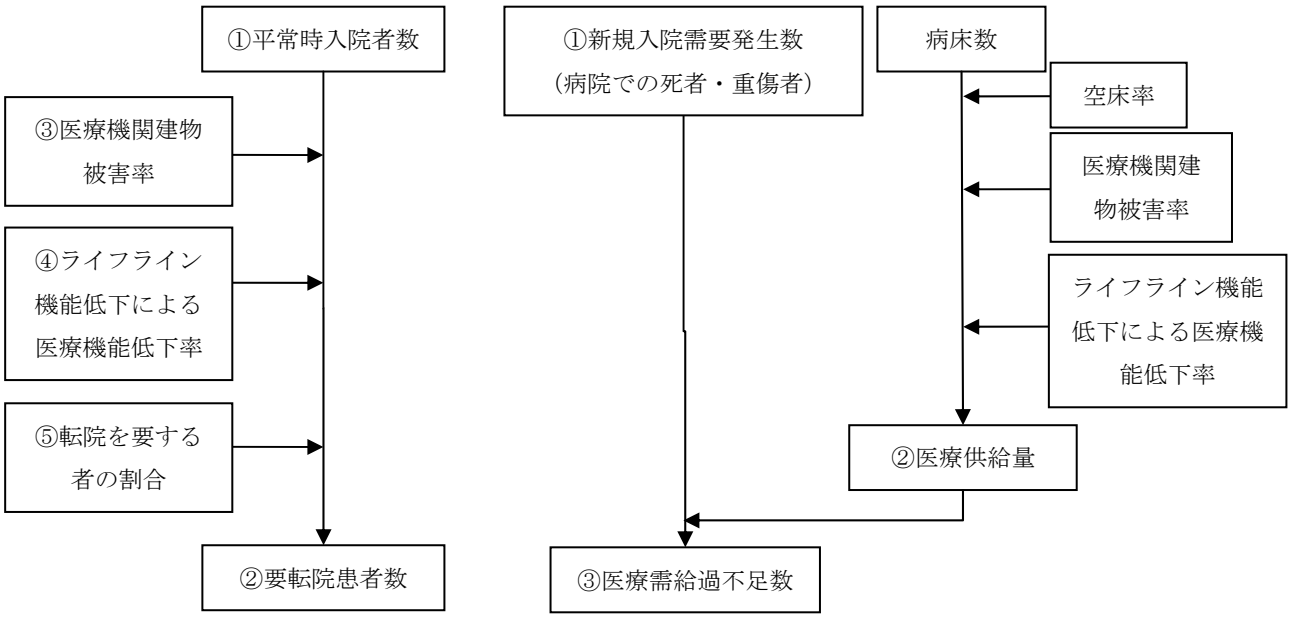


図 6-3　医療機能支障算出フロー

6.5.1 要転院患者数

① 被害が最大となる冬の夕方 18 時かつ風速 8m/ s の条件で想定する。平常時入院者数は、県内の災害拠点病院の入院者数を収集して設定する。

② 要転院患者は、平常時入院者数をベースに、医療機関建物被害率、ライフライン機能低下による医療機能低下率、転院を要する者の割合を乗じて算出する。

③ 医療機関建物被害率は、全壊率＋1/2 半壊率＋焼失棟数率とする。

④ ライフライン機能低下による医療機能低下率は、阪神・淡路の事例データを参考とし、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%がダウンし、それ以外の地域では 30%がダウンすると仮定する。

⑤ 転院を要する者の割合は 50%と設定する。

6.5.2 医療需給過不足数

① 新規入院需要発生数

- 被害が最大となる冬の夕方 18 時かつ風速 8m/ s の条件で想定する。
- 需医療需要は、震災後の新規入院需要発生数として、重傷者＋病院での死者（全死者数の 10%にあたる）を想定する。
- 資料は、災害拠点病院の病床数の情報と二次医療圏毎ごとの空床率（厚生労働省の公表する年間病床利用率)、ライフライン機能低下による医療機能低下率を使用する。

② 医療供給量は、医療機関の病床数をベースとして、医療機関建物被害率（全壊率＋1/2 半壊率＋焼失棟数率)、空床率、ライフライン機能低下による医療機能低下率を乗じて算出する。（6.5.1 要転院患者数と同じ率)

③ 需要と供給の差より、医療需給過不足数を算出する。医療需給過不足数は、重傷者対応を対象とする。

6.6 エレベータ停止

平成 17 年 7 月 23 日の千葉県北西部地震時における関東地方の被害実績と、県内のエレベータ設置台数から、安全装置作動による閉じ込め件数を定性的に評価する。

〇採用機関：広島県（2007）

7　その他施設等の被害

7.1 危険物施設

県内の危険物施設の分布と震度分布から定性的評価を行う。 ○採用機関：広島県（2007）

① 危険物とは、消防法で規制される石油類などの引火性液体などをいう。また、危険物施設としては下表に示すものを対象とする。

表 7-1　危険物施設の分類

製造所	危険物を製造する施設	
貯蔵所	屋内貯蔵所	屋内の場所において、危険物を貯蔵し、又は取り扱う貯蔵所
	屋外タンク貯蔵所	屋外にあるタンクにおいて危険物を貯蔵し、又は取り扱う貯蔵所 準特定屋外タンク・・・500kl 以上 1,000kl 未満 特定屋外タンク　・・・1,000kl 以上
	屋内タンク貯蔵所	屋内にあるタンクにおいて危険物を貯蔵し、又は取り扱う貯蔵所
	地下タンク貯蔵所	地盤面下に埋没されているタンクにおいて危険物を貯蔵し、又は取り扱う貯蔵所
	簡易タンク貯蔵所	簡易タンクにおいて危険物を貯蔵し、又は取り扱う貯蔵所
	移動タンク貯蔵所	車両に固定されたタンクにおいて危険物を貯蔵し、又は取り扱う貯蔵所
	屋外貯蔵所	屋外の場所において第二類の危険物のうち硫黄、硫黄のみを含有するもの若しくは引火性固体（引火点が 0 度以上のものに限る。）又は第四類の危険物のうち第二石油類、第三石油類、第四石油類もしくは動植物油類を貯蔵し、又は取り扱う貯蔵所
取扱所	給油取扱所	固定した給油設備（航空機への給油については、車両に設けられた給油設備を含む。）によって自動車等の燃料タンクに直接給油するため危険物を取り扱う取扱所
	販売取扱所	店舗において容器入りのままで販売するため危険物を取り扱う取扱所 第一種販売取扱所・・・指定数量の倍数が 15 以下 第二種販売取扱所・・・指定数量の倍数が 15 を超え 40 以下
	移送取扱所	配管及びポンプ並びにこれらに附属する設備によって危険物の移送の取扱いを行う取扱所
	一般取扱所	給油取扱所、販売取扱所、移送取扱所以外の危険物を取り扱う取扱所

7.2 重要施設（検討中）

地震時に災害対策拠点となる施設や、消防活動の拠点施設、医療拠点施設及び避難施設を重要施設とし、地震時の使用可能性を施設ごとに想定する。

想定手法は、前回調査（2007）を用いる。

○想定内容：機能支障の評価

○採用機関：広島県（2007）

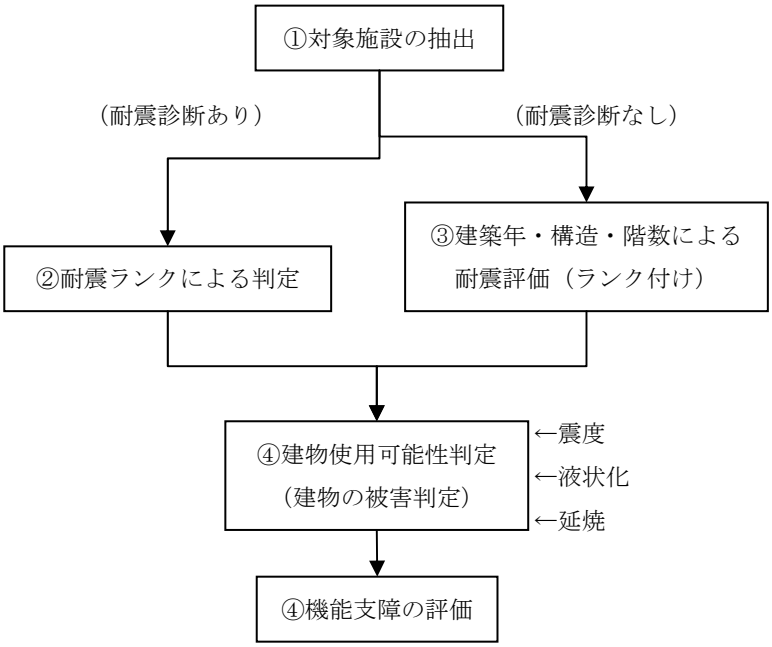


図 7-1　重要施設の機能支障評価フロー

出典：前回調査（2007）

① 本調査では、次に示す 3 種の施設を重要施設として考慮し、建物の耐震評価と震度・液状化・延焼による被害判定より機能支障を評価する。検討は、被害が最大となる冬の夕方 18 時かつ風速 8m/ｓの条件で想定を行う。

ａ）災害対策本部及び消防活動拠点となる施設（災害対策本部・支部、消防施設等）
ｂ）避難拠点施設（学校、公民館、福祉施設等）
ｃ）医療拠点施設（「広島県新地域医療再生計画」の耐震化整備状況調査対象の医療施設）

② 耐震ランクによる耐震評価（耐震診断あり）

- 耐震診断によって求まる構造耐震指標（I_S）と判定指標（I_{S0}）から $\alpha = I_S/I_{S0}$ を求め、次表に示す α に応じた耐震ランク（A～D）を設定する。
- 判定指標（I_{S0}）は、県庁舎、警察本部、防災センター、医療センターの場合には I_{S0}=1.2、各地区の合同庁舎、警察署、病院の場合には I_{S0}=1.0、学校施設の場合には I_{S0}=0.7、一般官庁施設の場合には I_{S0}=0.8（ただし、学校施設のうち鉄筋コンクリート造で第 1 次診断を採用する場合は、I_{S0}=0.9）とする。

表 7-2　耐震ランクの判定基準

α	耐震ランク
α ≧1.00	A
1.00＞α ≧0.65	B
0.65＞α ≧0.35	C
0.35＞α	D

③ 建築年・構造・階数による耐震評価（耐震診断なし）

・ 耐震診断が行われていない建物については、施設の構造及び建築年から、簡易的に A～D の 4 段階に分類する。ランクの判定基準にあたっては、各種建築関係法規、基準の改定年、学会等の動向を考慮している。

表 7-3　耐震ランクの簡易判定基準（構造別）

○ＲＣ構造建物

竣工年（昭和）	～44	45～53	54～56	57～
耐震ランク	D	C	B	A

○ＳＲＣ構造建物

・耐震ランクはすべてＡランク

○Ｓ構造建物

竣工年（昭和）	～49	50～56	57～
耐震ランク	D	B	A

○木造・その他構造の建物

竣工年（昭和）	～56	57～
耐震ランク	D	B

④ 建物使用可能性判定

・ 建物そのものの使用可能性について、震度と耐震ランクから表 7-5 の判定基準により評価する。

・ 液状化危険が大きい場合→評価を 1 ランク下げる（○→△、△→×）

・ 想定延焼区域（メッシュ）内にある場合→使用可能性「×」

表 7-4　地震危険要因の分類

○震度ランク（5 段階）

4 以下	5 弱	5 強	6 弱	6 強以上

○液状化危険度（2 段階）

PL 値 15 未満	PL 値 15 以上

○延焼危険度（2 段階）

延焼区域にない	延焼区域にある

表 7-5　耐震ランクと震度階級による判定

震度階級 耐震性	4 以下	5 弱	5 強	6 弱	6 強以上
A	○	○	○	○	○
B	○	○	○	○	△
C	○	○	○	△	×
D	○	○	△	×	×

【機能支障の評価】
○：使用可能である。
△：概ね使用可能であるが、一部使用に制限が生じる可能性がある。
×：機能に支障をきたす可能性がある。

7.3 ため池

県内のため池のうち、破堤時に人家及び公共施設に被害が想定される総貯水量 1,000m³ 以上の農業用ため池を対象として、堤体・基礎地盤の耐震性と震度分布から地震時の危険度を想定する。
想定手法は、前回調査（2007）を用いる。
○想定内容：危険度評価
○採用機関：広島県（2007）、島根県（2012）

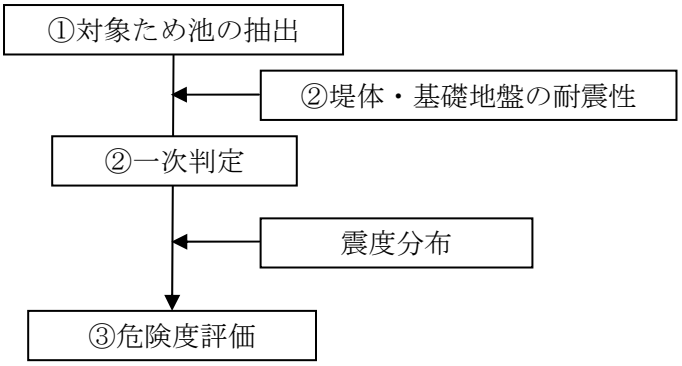


図 7-2　重要ため池の危険度評価

出典：前回調査（2007）

① 県内のため池のうち、重要ため池として破堤時に人家及び公共施設に被害が想定される総貯水量 1,000m³ 以上の農業用ため池を抽出する。
② 建設省河川局（1978）は、河川堤防の耐震性を簡易的に判定する手法として、堤防の高さ、平均幅（堤防天端と堤防敷の平均）、堤体の締め固め度、地盤種別などの要因から堤体の耐震性と基礎地盤の耐震性ランクを組み合わせて堤防の耐震性を判定した上で、想定される地震動の大きさを考慮し地震時の危険性を評価している。
本調査ではこの手法を参考に、次表のようにため池堤体の耐震性を評価する。

表 7-6　堤防の耐震性の一次判定

堤体の耐震性 基礎地盤の耐震性	1	2	3
1)	a	a	b
2)	a	b	c
3)	b	c	c

【堤体の耐震性】

1…堤防高（H）≧6mかつ平均幅≦3H かつアースダム

2…1,3 以外のもの

3…堤防高（H）＜3mかつ平均幅＞6H もしくは重力式ダム

【基礎地盤の耐震性】

1)…旧河道、旧湖沼などの地震時に液状化しやすい地域、地震応答解析結果より液状化の可能性が高い地域、設定した T_G が 1.5 以上、のいずれかに該当

2)…1)以外のⅢ種地盤

3)…Ⅰ～Ⅱ種地盤

※液状化が高い地域：PL＞15 のメッシュ

※TG：地盤の特性値であり、耐震設計上の地盤種別をⅠ～Ⅲ種で分類する際に用いる指標

地盤種別	地盤の特性値 T_G (s)	該当する一般的な地盤
Ⅰ　種	T_G＜0.2	岩盤
Ⅱ　種	0.2≦T_G＜0.6	洪積層
Ⅲ　種	0.6≦T_G	沖積層

③　ため池の危険度評価

想定地震時の危険性については、次表に示すとおり評価する。

表 7-7　ため池の危険度評価テーブル

一次判定	～震度５弱	震度５強	震度６弱	震度６強～
a	C	B	A	A
b	C	C	B	A
c	C	C	C	B

A…ため池の破堤による災害発生の危険性が高い　B…ため池の破堤による災害発生の危険性がやや高い

C…ため池の破堤による災害発生の危険性は低い

7.4 震災廃棄物

建物被害棟数と単位面積当たり瓦礫重量等から、震災廃棄物発生量を想定する。
想定手法は、前回調査（2007）を用いる。
○想定内容：震災廃棄物発生量
○採用機関：広島県（2007）、東京都（2012）、群馬県（2012）、島根県（2012）

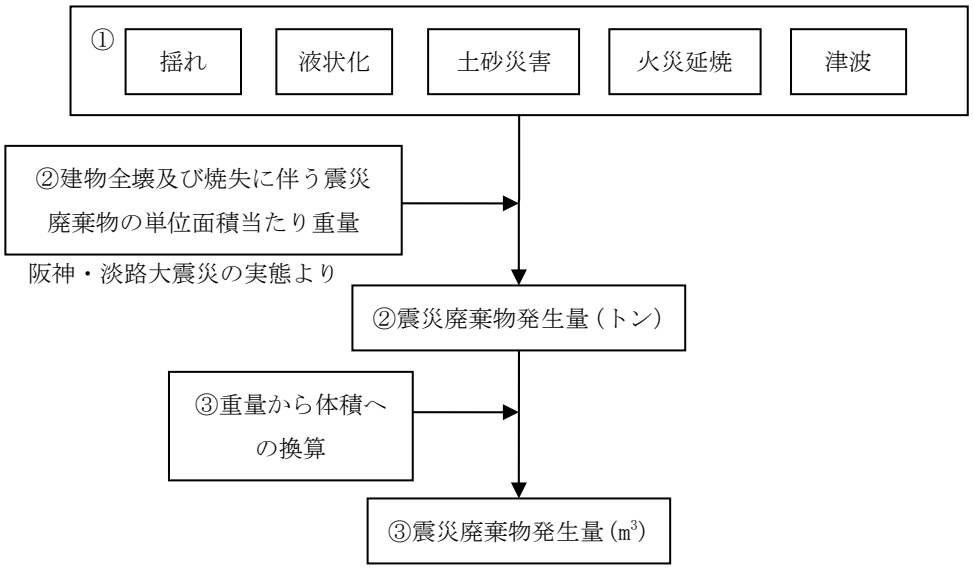


図 7-3　震災廃棄物発生量算出フロー

① 対象とする建物被害棟数は、最大となる冬の夕方 18 時かつ風速 8m/ｓの条件とする。
震災廃棄物は、主に建物の全壊・焼失による躯体残骸物を対象とする。

② 津波浸水ごみの単位面積当たりの瓦礫重量は、「東日本大震災を踏まえた津波損失棟数当たり瓦礫重量（被害想定に当たっての係数）東京都(2012)」；116t/棟を用いる。それ以外は、次の表を基に設定する。

震災廃棄物発生量（トン）＝被害を受けた建物の総床面積×面積あたり瓦礫重量
＝（全壊・焼失棟数+半壊棟数/2）×1 棟あたり床面積※1×面積あたり瓦礫重量

表 7-8　面積当たり瓦礫重量（トン/m²）

木造	非木造	火災による焼失
0.6	1.0	0.23

※1 1 棟あたりの床面積は、平成 12～16 年の 5 年間の広島県におけるデータをもとに、木造 123m²、非木造 1,626m² と設定する。

③ 重量から体積への換算は、木造：1.9m³/トン、非木造 0.64 m³/トンを用いる。津波水害ごみについては、地域防災計画の原単位をもとに、床上浸水家屋数×15.0m³ が発生するものとする。

7.5 漁業施設

漁業施設については、養殖筏と漁港の漁船を対象に、津波高と被害程度の関係（首藤、1992）から流出等の被害を想定する。

〇想定内容：養殖筏被害数、漁船被害数

〇採用機関：なし

表 7-9　津波高と被害程度（首籐 1992）

<table>
<tr><td colspan="2">津波強度</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr>
<tr><td colspan="2">津波高(m)</td><td>1</td><td>2</td><td>4</td><td>8</td><td>16</td><td>32</td></tr>
<tr><td rowspan="2">津波形状</td><td>緩斜面</td><td>岸で盛上がる</td><td>沖でも水の壁
第二波砕波</td><td rowspan="2">先端に砕波を伴うものが増える</td><td colspan="3" rowspan="2">第 1 波でも巻き砕波を起こす</td></tr>
<tr><td>急斜面</td><td>速い潮汐</td><td>速い潮汐</td></tr>
<tr><td colspan="2">漁船</td><td></td><td>被害発生</td><td>被害率 50%</td><td colspan="3">被害率 100%</td></tr>
<tr><td colspan="2">養殖筏</td><td colspan="6">被害率 100%</td></tr>
</table>

津波高(m)は船舶・養殖筏など海上にあるものに対しては、汀線における津波の高さとなっている。

8　経済被害

資産の物理的な被害額である「直接被害」と、地震による生産活動の低下がもたらす「間接被害」を把握する。
想定手法は、前回調査（2007）を用いる。
○採用機関：広島県（2007）、群馬県（2012）、島根県（2012）

8.1 経済被害推計対象

経済被害の想定は、建物被害が最大となる「冬の夕方 18 時、風速 8m/s」とする。

(1)直接被害

直接被害は、資産に対する物理的被害の金額であり、次の 2 つについて推計する。

① 建物倒壊等による資産への被害
② 社会基盤の被害

(2)間接被害

間接被害は、地震による生産活動の低下がもたらす生産の減少額であり、次の 3 つについて推計する。

① 事業所・生産設備、労働力の損失による生産活動の低下
・ 工場や店舗、業務ビルの倒壊、工場の機械・設備の損失、人的被害に伴う労働力の損失等がもたらす企業等の生産能力そのものの低下
② 産業基盤の機能支障による生産活動の麻痺・低下
・ 企業が保有する生産設備や労働力に被害がない場合でも起こりうる、停電、断水、港湾機能の低下に伴う生産活動の麻痺・低下
③ 取引関係を通じた県内全体に対する波及的な生産活動の低下
・ 上記がもたらす、被災地域外の県内生産活動に対する波及的な生産活動の低下

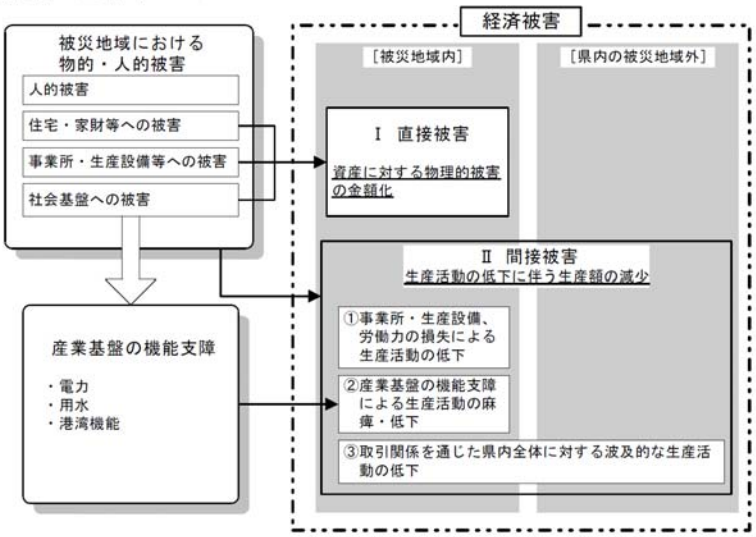


図 8-1　経済被害の全体イメージ

8.2 直接被害

(1) 建物倒壊等による資産への被害

- 住宅、非住宅（民間事業所及び公共建築物）、家財の被害推計は、市町別の建築被害量に復旧費用額原単位を乗じた復旧に要する費用額をもって被害額とみなす。
- 機械・設備等と在庫資産は、市町別の資産額を算出し、これに建築被害率を乗じることにより被害額を推計する。
- 「首都直下地震対策専門調査会報告」(2005) を参考にして、復旧費用額原単位及び資産額について次の項目を採用する。

表 8-1　建物倒壊等による資産への直接被害の推計方法

項　目	推計方法	原単位、資産額
i) 住宅	市町別建築被害量（全壊，半壊）×復旧費用原単位（半壊は1/2評価）	新規住宅１棟当たり工事費単価
ii) 非住宅（民間事業所及び公共建築物）		新規非住宅１棟当たり工事費単価
iii) 家財		１世帯当たり所有家財購入額
iv) 製造業の機械・設備等	建築被害率（全壊、半壊）×市町別資産額（半壊は1/2評価）	機械・設備等の粗資産額
v) 在庫		商業商品手持額，製造業在庫額

(2) 社会基盤の被害

被害数×復旧費用額原単位によって復旧費用額を算出する。

① 電力

電柱１本当たりの復旧費用（仮復旧および本復旧費用）×電柱被害本数で算出する。

② 通信

地下設備に被害がなかったと仮定し、電柱被害本数をもとに復旧費用を算出する。

③ ガス

供給停止ブロック内の低圧導管の被害箇所をもとに、その応急復旧被害額を算出する。なお、低圧導管の応急復旧被害額は、内閣府「首都直下地震に係る被害想定」(2006) を参考に求める。

④ 上水道

被害箇所あたりの復旧作業額を阪神･淡路大震災の神戸市における本復旧までの配水管路被害額と工業用水配水管路被害額を被害箇所数で除して復旧費用額原単位とする。

配水管路復旧費（被害箇所当たりの復旧額）＝11、050 千円/箇所

工業用水配水管路復旧費（被害箇所当たりの復旧額）＝30、880 千円/箇所

⑤ 下水道

被害延長のうち、被害の激しい箇所としてマンホールと取付管部（マンホール間 50m のうち 10m 区間）に対する復旧費用を考えることとし、被害延長に 10/50=1/5 を乗じたものを復旧対象延長とする。

復旧費用額原単位を m 当たりの管きょ建設費とする。m 当たりの管きょ建設費は、管径と工法の組合せによる費用関数（流域別下水道整備総合計画調査指針と解説）を用いて、広島市

下水道局の現状敷設実績延長の平均値から算出する。

復旧費用額原単位（m当たりの管きょ建設費）＝138千円/m＝138、000千円/km

⑥ 道路

最初に、緊急輸送道路（県、広島市、呉市、廿日市市、福山市、NEXCO、広島県道路公社、本州四国連絡高速道路株式会社が管理するもの）における橋梁、トンネル、盛土、切土斜面のうち、被害箇所の多い橋梁と切土斜面の復旧費用を算出する。次に、この復旧費用に県内の国管理以外の道路延長と緊急輸送道路（県、広島市、呉市、廿日市市、福山市、NEXCO、広島県道路公社、本州四国連絡高速道路株式会社が管理するもの）の延長との比率を乗じて、県内道路（県、広島市、呉市、廿日市市、福山市、NEXCO、広島県道路公社、本州四国連絡高速道路株式会社が管理するもの）の復旧費用とする。

・橋梁

橋梁の架替費用は、土木研究所の橋梁の架替に関する調査結果（Ⅲ）（1997）を参考に、鋼桁橋とコンクリート橋の平均的なm^2単価を用いる。

鋼桁橋　：343千円/m^2

コンクリート橋：330千円/m^2

平均単価　：336.5千円/m^2

また、橋梁の平均的な面積は、広島県内の一般国道・指定区間外と県道の平均的な橋長と幅員から求める。（道路統計年報2011）

・切土斜面

地震による道路の切土斜面における崩壊斜面を高さ10m、幅5m程度と考え、復旧工法として法面補強（吹付け法枠と鉄筋挿入工法）のm^2単価（60千円/m^2）から算出する。

500m^2×60千円/m^2＝3,000千円/1箇所

⑦ 鉄道

鉄道施設のうち、新幹線高架橋の大被害箇所の復旧費用を算出する。復旧費用として、m当たりの新設整備費用を次のように設定し、高架橋の被害1 箇所当たりの長さを32m(4スパン)と考える。

高架橋m当たり：2,100千円/m

高架橋1箇所当たり：32m×2,100千円/m＝67,200千円

⑧ 港湾

港湾施設のうち、岸壁施設の被害復旧費用を算出する。広島県においては岸壁施設の新設整備費用のうち半分程度は地盤改良費である点を考慮し、復旧費用としては地盤改良工事が不要と考えて次のm単価を設定する。

水深-4.5m 未満の岸壁施設：4,000千円/m

水深-4.5m以上の岸壁施設：7,000千円/m

⑨ 砂防

土砂災害のうち、被害箇所の多い急傾斜地崩壊危険箇所についての復旧費用を算出する。各危険箇所の斜面全体が崩壊した場合を考え、危険箇所ごとの法尻部への待受け擁壁と法枠による復旧工事費用を算出し、その費用に各危険度ランク別崩壊確率を乗じて復旧費用とする。

待受け擁壁m当たり単価：300千円/m

法枠工m^2単価：50千円/m^2

8.3 間接被害

(1) 事業所・生産設備、労働力の損失による生産活動の低下

ア 資本ストックの損失による生産減少額の推計

- 資本の損失による被災直後の生産減少額は、市町内総生産額（製造業、非製造業）に対して、市町別の建築被害率（非住宅）を乗じて算出する。半壊は１/２の被害とする。この際、対応する労働力の失業・休業・時間短縮が生じている。
- 資本ストックの復旧は、「首都直下地震対策専門調査会報告」（2005）の被害想定で利用されている阪神大震災の建物被害に関する復旧カーブを用いる。
- 上記によると、被災後１年間の平均損害量は被災直後の製造業 70.6%、非製造業 73.2%と想定できる。5 年目では製造業 1.5%、非製造業 5.4%というデータが得られるため、被害の推計は被災から 5 年分を集計する。

イ 労働力の損失による生産減少

- 人的被害のうち死亡による生産減少額は、市町別死亡者の人口に対する比率を市町内総生産額に掛け合わせて求める。資本ストックの損失の影響を 5 年間把握しているため、死亡による影響も 5 年間とする。
- 厚生労働省の「患者調査」によると、「損傷等の外因の影響」で入院した者の在院日数（中央値）は 15 日となっている。そこで、市町別の総生産額に重傷率を掛け合わせ、さらに 15/365 を乗じることで重傷による生産減少と考える。
- 上記の労働力の損失に対応して資本の遊休が生じていると考えられる。アの資本ストック損失と人的な損失は一部は同一企業で生じていると考えられるが、労働力損失による被害額が小さいことなどから、ここでは簡略化のため損失が別の企業で起こっていると仮定し、それぞれがもたらす生産減少額を合計する。

(2) 産業基盤の機能支障による生産活動の麻痺・低下

ア 停電による生産減少額の推計

- 市町内総生産額から、被災直後の資本及び労働力損失による生産減少額を差し引いて、残存総生産額を求める。
- 市町別の残存総生産額（１日換算）に対して、被災直後から復旧までの間、市町別停電率を乗じることで、停電による被害額とする。
- 己斐断層による地震、五日市断層による地震、岩国断層帯による地震は、１日間の変電施設等の停止が想定されるため、１日目の停電率に変電施設等の停止の影響を加える。
- 復旧日数を乗じる際、被災直後から完全復旧まで停電率の直線的な低下を加味する。

イ 断水による生産減少額の推計

- 上水道と工業用水道に分けて、断水の経済被害を想定する。
- 上水道の断水が生産に影響する産業を、産業連関表の中間投入係数等から、製造業、飲食店、旅館その他の宿泊所、その他の対個人サービスに設定する。市町別に、工業用水量に占める上水道から給水比率を製造業の総生産額に乗じる。
- 工業用水道の対象産業は製造業だけであるが、工業用水量に占める工業用水道からの給水比率を算出し、対象となる製造業の総生産額を推計する。

・ 上記産業の市町内総生産から資本及び労働力の損失による生産減を除き、残存総生産額を求める。
・ 上記の市町内総生産（１日換算）に対して、上水道、工業用水道それぞれの断水率を乗じることにより被災直後の被害額を想定する。
・ 被災直後の被害額に断水日数（4 日間）を乗じた。この際、完全復旧までの断水率の直線的な低下を加味する。

ウ 港湾機能の停止による生産減少額の推計

港湾の機能支障による経済被害は、県内の特定重要港湾と重要港湾を対象に、輸出入の停止に伴う損失額と、外貿コンテナ貨物の迂回による損失額を想定する。

a．輸出入の停止に伴う経済被害の推計

(バラ貨物の貿易額の推計)
・ 港湾の取扱貨物のうちバラ貨物は代替港湾による輸送が行われず、輸出入が停止すると想定する。輸出は県内総生産を直接減少させ、輸入は機会損失額として計上する。
・ 特定重要港湾と重要港湾の取扱貨物量から、輸出・輸入の品目別にバラ貨物の構成比を算出する。
・ 港湾別に、外国貿易年表の品目別輸出額・輸入額に、取扱貨物量のバラ貨物率を乗じて、バラ貨物の品目別輸出額・輸入額を算出する。

(被害額の推計)
・ 各港湾のバラ貨物を取り扱う岸壁ごとの被害率を算出する。岸壁ごとの被害率に岸壁延長及び水深による重み付けを行った上で、岸壁被害率の平均によってバラ貨物に関する港湾の被害率を求める。
・ 各港湾のバラ貨物の輸出額・輸入額に対して、上記の港湾被害率を乗じて、被災直後の輸出・輸入の停止額を推計する。
・ 首都直下地震の被害想定では、港湾機能が２年間で復旧すると想定している。この復旧直線を適用する。すなわち、輸出・輸入の完全復旧までには２年間を必要とし、最初の１年は被災直後の 75%、２年目は 25%の被害額になるものと想定する。
・ 資本・労働の損失による県内総生産の減少率を上記の被害額に乗じて、被害の重複計上に配慮する。

(被害の県外分の除去と市町への配分)
・ 各港湾のバラ貨物搬出先と搬入先の地域別構成比を「陸上出入貨物調査」から求める。これにより、バラ貨物の輸出・輸入に対して県外が搬出先・搬入先となっている被害額を除くとともに、被害額の市町別の構成比を想定する。
・ 輸出に関しては、次項で、輸出需要が減少することによる県内産業への影響を産業連関表を利用して推計する。

b 外貿コンテナ貨物の迂回による経済被害の推計

(基本方針)
・ 広島県内の特定重要港湾及び重要港湾における被災時の代替港を、コンテナバースで

あること、十分な貨物取扱能力を有すること、過去の実績等から、神戸港に設定する。

- 神戸港から県内各港湾までの陸上輸送費用、高速道路料金、輸送時間費用を、コンテナ貨物の迂回による損失額として計上する。

(迂回が必要となるコンテナ数の推計)

- 広島港、福山港、呉港における平成16年のコンテナ取扱実績（TEU）から、TEUで20fと99fと40fの比率を１対１としてコンテナ個数を想定する。
- 各港湾におけるコンテナふ頭の被害率を算出する。岸壁ごとの被害率に岸壁延長及び水深による重み付けを行った上で、岸壁被害率の平均によってコンテナに関する港湾の被害率を求める。
- コンテナ個数に港湾被害率を乗じて、20fと40fの別に、迂回が必要となるコンテナ数を想定する。

(損失額の推計)

- 神戸港から各港湾までの距離に応じて、コンテナ１個当たりの陸上輸送費用を想定する。
- 神戸港から各港湾までの高速道路利用を想定して、特大車による料金を把握する。
- 神戸港から各港湾までの距離から輸送時間を想定して、輸送に伴う時間費用を想定する。
- 上記のコンテナ１個当たりの費用額に迂回が必要なコンテナ数を乗じて、被災直後の損失額の推計を行う。
- バラ貨物同様、コンテナふ頭の完全復旧までには２年間を必要とし、最初の１年は被災直後の75%、２年目は25%の損失額になるものと想定する。
- 資本・労働の損失による県内総生産の減少率を上記の損失額に乗じて、被害の重複計上に配慮する。

(被害の県外分の除去と市町への配分)

- 各港湾のコンテナ搬出先と搬入先の地域別構成比を「陸上出入貨物調査」から求める。これにより、コンテナの輸出・輸入に対して県外が搬出先・搬入先となっている被害額を除くとともに、被害額の市町別構成比を想定する。

エ．港湾被害延長の算出方法

(被害の算出方法)

- 各港湾構造物の基礎に作用する工学的基盤の加速度より、ほぼ崩壊状態となり復旧に長期間を要する被害延長を算出する。
- 被害延長=施設延長×（加速度別）港湾岸壁被害率
- 港湾岸壁被害率は、Ichi(2002)の研究成果の、ケーソンの周辺地盤の等価N値と砂層の層厚率(Dl/H)、ケーソンのアスペクト比(W/H)ごとの被害率カーブを利用。
- 等価N値と砂層の層厚率はメッシュの地盤モデルより設定。
- ケーソンのアスペクト比は一律W/H=0.9。
- 被害率カーブとして、LEVEL-Ⅲを採用。
- 工学的基盤における最大加速度はメッシュの工学的基盤における最大速度から換算。
  $I=2.68+1.72\cdot\log PGV$

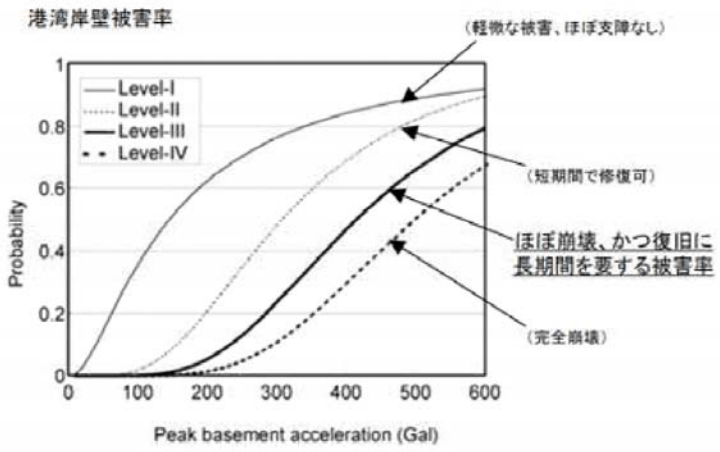
I＝0.26＋1.84･logPGA

ここに、PGV：最大速度(cm/s)

PGA：最大加速度(Gal)

I ：計測震度

- Ichi(2002)の研究成果は、兵庫県南部地震（地殻内地震）における地震波形をもとに被害率カーブを作成しているが、ここでは、プレート間地震、プレート内地震についても利用する。



(出典)Koji ICHII: FRAGILITY CURVES FOR GRAVITY-TYPE QUAY WALLS BASED ON EFFECTIVE STRESS ANALYSES, 13th WCEE, 2004

※中央防災会議(2006)より抜粋

(3) 取引関係を通じた県内全体に対する波及的な生産活動の低下

- 資本及び労働力の損失、産業基盤の機能支障による生産減少額を、広島県の粗付加価値の構成比で 41 の産業部門に配分した上で、付加価値率で除して産出額に変換する。
- ただし、港湾機能の停止に伴う輸出の被害額は、そのまま産出額として計上する。輸入の被害額及びコンテナ迂回による損失額については、波及被害の対象から除外する。
- 上記金額を広島県産業連関表（平成 12 年）の逆行列に適用して、産業連関に基づく波及的な被害額を求める。
- 波及被害の市町への配分は、産業部門ごとの市町の県内シェアによる。
- １次被害額及び上記の波及的被害額がもたらす消費需要の減少額と関連する生産の減少は想定しない。