

南海トラフの巨大地震 建物被害・人的被害の被害想定項目及び手法の概要

目次

1. 建物被害

- 1.1. 揺れによる被害
- 1.2. 液状化による被害
- 1.3. 津波による被害
- 1.4. 急傾斜地崩壊による被害
- 1.5. 地震火災による被害
- 1.6. 津波火災による被害

2. 屋外転倒、落下物の発生

- 2.1. ブロック塀・自動販売機等の転倒
- 2.2. 屋外落下物の発生

3. 人的被害

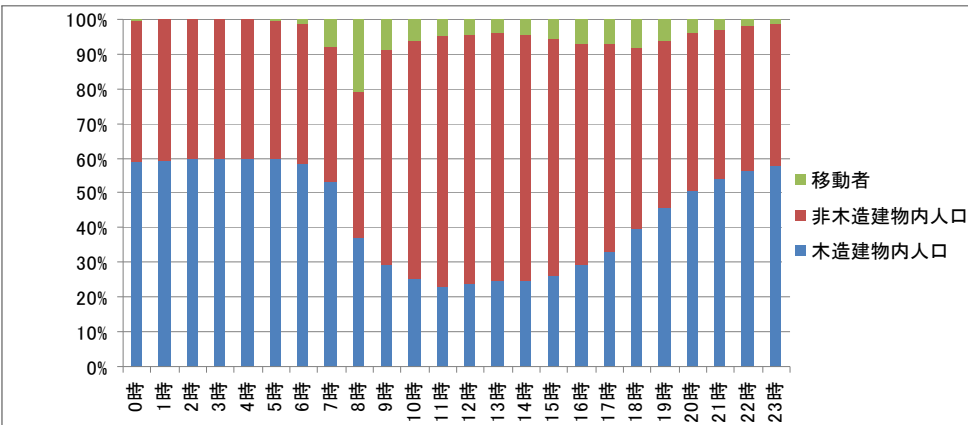
- 3.1. 建物倒壊による被害
- 3.2. 津波による被害
- 3.3. 急傾斜地崩壊による被害
- 3.4. 火災による被害
- 3.5. ブロック塀・自動販売機等の転倒、屋外落下物による被害
- 3.6. 屋内収容物移動・転倒、屋内落下物による被害
- 3.7. 揺れによる建物被害に伴う要救助者（自力脱出困難者）
- 3.8. 津波被害に伴う要救助者・要搜索者

被害想定的前提条件(想定シーン)

1. 想定するシーン

- ・想定される被害が異なる3種類の特徴的なシーン(季節・時刻)を設定
- ・風速は、各地の平均風速を基本とし、風が比較的強い風速毎秒8mのケースと合わせて2種類のシーンを設定

シーン設定	想定される被害の特徴
①冬・深夜	・多くが自宅で就寝中に被災するため、家屋倒壊による死者が発生する危険性が高く、また津波からの避難が遅れることにもなる。 ・オフィスや繁華街の滞留者や、鉄道・道路利用者が少ない。 * 屋内滞留人口は、深夜～早朝の時間帯でほぼ一定
②夏・昼12時	・オフィス、繁華街等に多数の滞留者が集中しており、自宅外で被災するケースが多い。 ・木造建物内滞留人口は、1日の中で少ない時間帯であり、老朽木造住宅の倒壊による死者数はシーン①と比較して少ない。 * 木造建物内滞留人口は、昼10時～15時でほぼ一定 * 海水浴客をはじめとする観光客が多く沿岸部等にいる。
③冬・夕18時	・住宅、飲食店などで火気使用が最も多い時間帯で、出火件数が最も多くなる。 ・オフィスや繁華街周辺のほか、ターミナル駅にも滞留者が多数存在する。 ・鉄道、道路もほぼ帰宅ラッシュ時に近い状況でもあり、交通被害による人的被害や交通機能支障による影響が大きい。



時間帯別の滞留者・移動者比率(全国)
(パーソントリップ調査、国勢調査、住宅・土地統計調査から内閣府が推定)

2. 被害想定項目別の想定シーン

項目	想定シーン	評価の考え方
建物被害	1.1 揺れによる被害	- 時刻によって変化しない
	1.2 液状化による被害	- 時刻によって変化しない
	1.3 津波による被害	- 時刻によって変化しない
	1.4 急傾斜地崩壊による被害	- 時刻によって変化しない
	1.5 地震火災による被害	季節・時刻別 風速別 時刻による出火の違い、風速の違いを考慮
	1.6 津波火災による被害	- -
落下物等	2.1 ブロック塀・自動販売機等の転倒	- 時刻によって変化しない
	2.2 屋外落下物の発生	- 時刻によって変化しない
人的被害	3.1 建物倒壊による被害	時刻別 時刻による滞留人口の違いを考慮
	3.2 津波による被害	時刻別 時刻による滞留人口の違いを考慮 *海水浴客についても検討
	3.3 急傾斜地崩壊による被害	時刻別 時刻による滞留人口の違いを考慮
	3.4 火災による被害	季節・時刻別 風速別 時刻による滞留人口の違いを考慮
	3.5 ブロック塀・自動販売機等の転倒、屋外落下物による被害	時刻別 時刻による滞留人口の違いを考慮
	3.6 屋内収容物移動・転倒、屋内落下物による被害	時刻別 時刻による滞留人口の違いを考慮
	3.7 揺れによる建物被害に伴う要救助者(自力脱出困難者)	時刻別 時刻による滞留人口の違いを考慮
	3.8 津波被害に伴う要救助者・要搜索者	時刻別 時刻による滞留人口の違いを考慮

1. 建物被害

1.1 揺れによる被害

○基本的な考え方

- ・構造別、建築年次別(木造6区分／非木造3区分)に計算
- ・近年の地震(東北地方太平洋沖地震含む)では、兵庫県南部地震に比べて同一震度における被害率が小さいという傾向が見られるが、地震動の周期特性の違い、気候による建物の腐朽や経年劣化等の違いなども考えられることから、今回の想定では、これをそのままは適用しないものとし、従来型の手法を基本とする。
- ・一方、最近の調査において、建物の築年により被害に違い(新しい築年の建物ほど被害が小さい傾向)が見られることを踏まえ、これを考慮した手法とする。
- ・また、旧築年、中築年の建物の耐震改修の効果を考慮した手法とする。
- ・なお、今回の想定では、非木造建物の階数による被害傾向は考慮しないものとするが、階数の違いにより被害率が異なるという調査結果もあることに留意する必要がある。

※建物被害は複数の要因で重複して被害を起こす可能性がある(例;揺れによって全壊した後に津波で流失)。本想定では、被害要因の重複を避けるため、「液状化→揺れ→急傾斜地崩壊→津波→火災焼失」の順番で被害の要因を割り当てるものとする。

✓ 東日本大震災で得られた知見等

- ①日本建築学会による悉皆調査結果によれば、東日本大震災における揺れによる建物被害は、従来の被害率曲線を概ね下回っている。また、気象庁震度観測点周りの自治体罹災証明に基づく建物被害の傾向を見ても、概ね同様の傾向である。

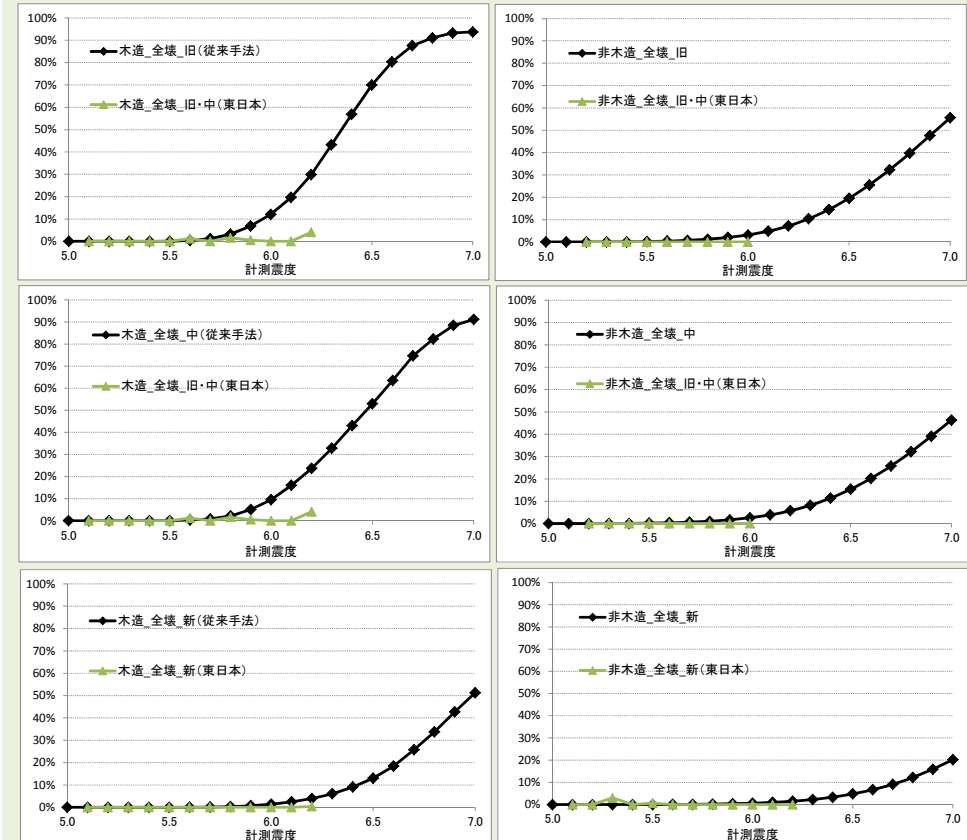


図 従来手法による全壊率※と、東日本大震災における日本建築学会による悉皆調査結果との比較 (左:木造、右:非木造)

上図:旧築年・木造(昭和37年以前)、非木造(昭和46年以前)

中図:中築年・木造(昭和38～55年)、非木造(昭和47～55年)

下図:新築年・木造(昭和56年以降)、非木造(昭和56年以降)

※日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震の被害想定で設定した寒冷地の積雪期以外の全壊率曲線(全壊率曲線のもとになるプロットの計測震度は、気象庁観測点震度及び強震記録の観測点のデータから推計した震度を用いている。(推計に用いた観測記録の最大震度は6.5))

1. 建物被害

1.1 揺れによる被害(続き)

②2003年～2008年の近年の7地震における建物被害率は、従来の被害率曲線から得られるものよりも概ね小さいか近傍に分布している。

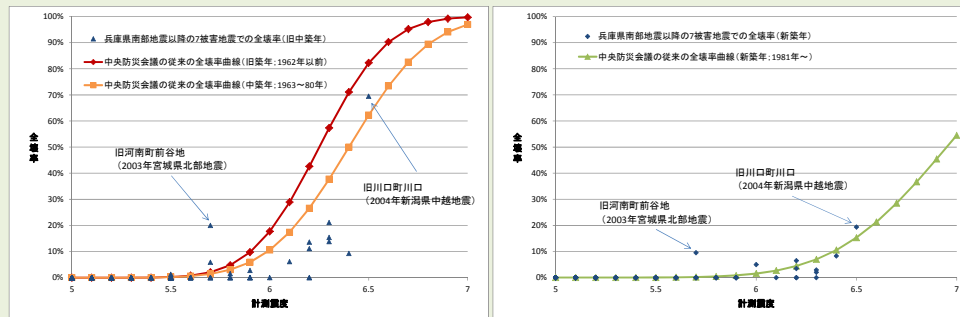
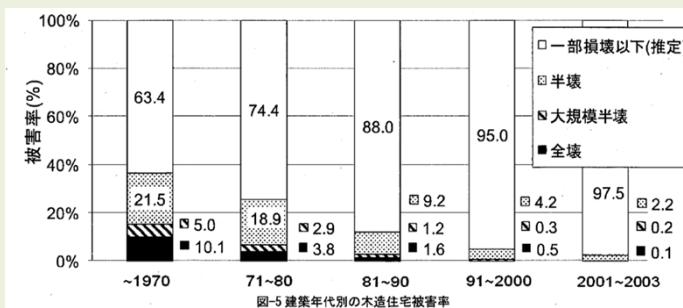


図 2003年～2008年の7地震での木造全壊率と、中央防災会議による木造全壊率曲線※との関係
(左図:旧中築年、右図:新築年)

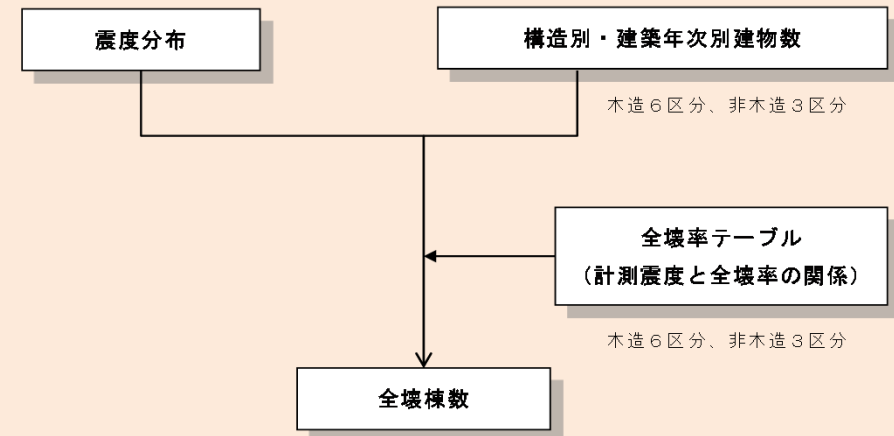
(翠川・伊東・三浦(2011)で使用された分析データをもとに内閣府が作成)

※東海地震、東南海・南海地震の被害想定で使用した手法を改良した首都直下地震、中部圏・近畿圏直下地震の被害想定における手法(全壊率曲線のもとになるプロットの計測震度は、気象庁観測点震度及び強震記録の観測点のデータから推計した震度を用いている。(推計に用いた観測記録の最大震度は6.5))

③新潟県中越沖地震における柏崎市の建物被害分析結果では、新耐震基準(昭和56年以降)の木造建物において、その年代細区分ごとに被害率に大きな差が出ており、1981年～1990年築に対して1991年～2000年築、2001年～2003年築と建築年次が新しくなるにつれ、被害が小さくなっている(長尾・山崎(2011))。



◆ 今回想定で採用する手法



- 木造建物の新築年の年次区分を新築年①(1981年～89年)、新築年②(1990年～2001年)、新築年③(2002年～)の3区分とする。
- 木造建物の中築年の年次区分を中築年①(1963年～71年)、中築年②(1972年～80年)の2区分とする。
- 旧築年、中築年の建物の耐震改修・補強による被害軽減効果を考慮する。

1. 建物被害

1.1 揺れによる被害(続き)

■ 木造建物の被害率曲線

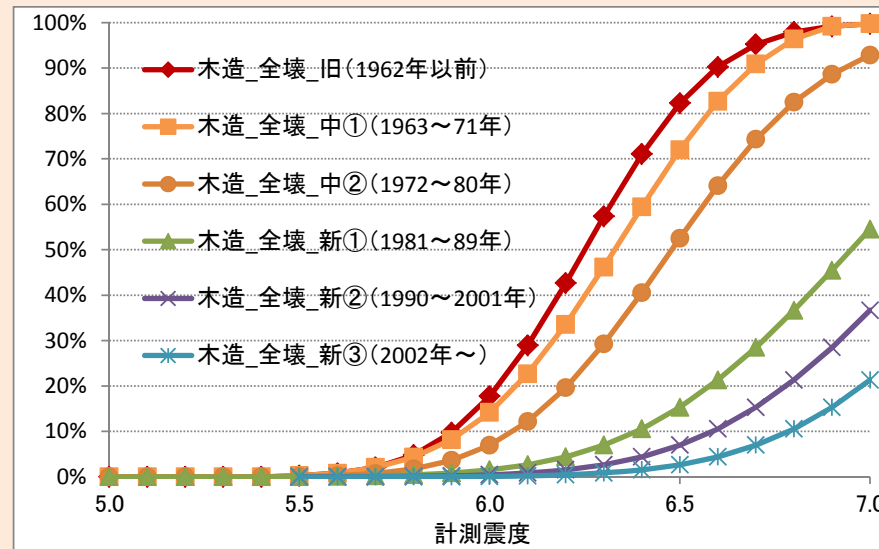


図 全壊率曲線(木造)

■ 非木造建物の被害率曲線

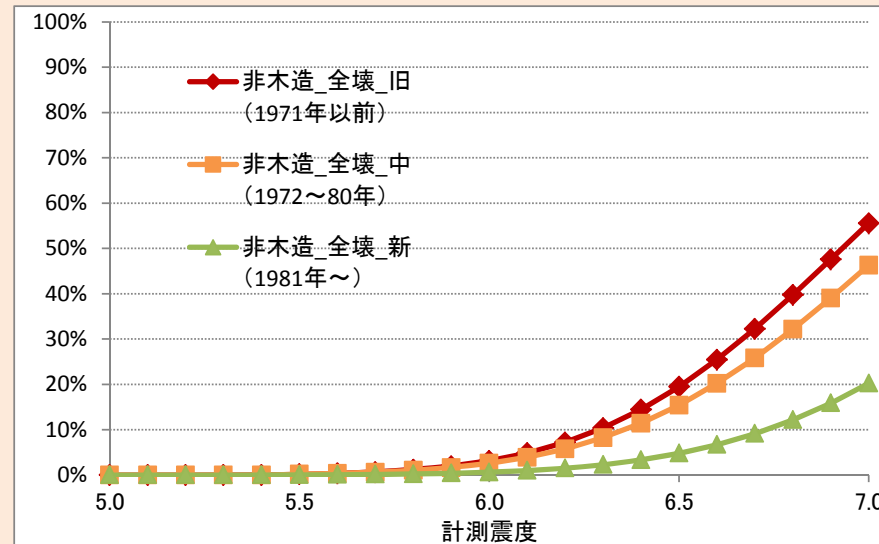


図 全壊率曲線(非木造)

1. 建物被害

1.2 液状化による被害

○基本的な考え方

- 液状化による建物被害については、従来手法では、建物棟数に、PL値（液状化しやすさを表す指標）別の液状化面積率と液状化による建物被害率を乗じて求めていたが、今回の想定では、液状化による地盤沈下量と全壊率との関係から求める手法とする。

✓ 東日本大震災で得られた知見等

- 浦安市での調査によれば、液状化による地盤の沈下量が大きくなれば、建物平均傾斜角が大きくなり、全壊率、半壊率に違いが見られるとの結果が得られている。

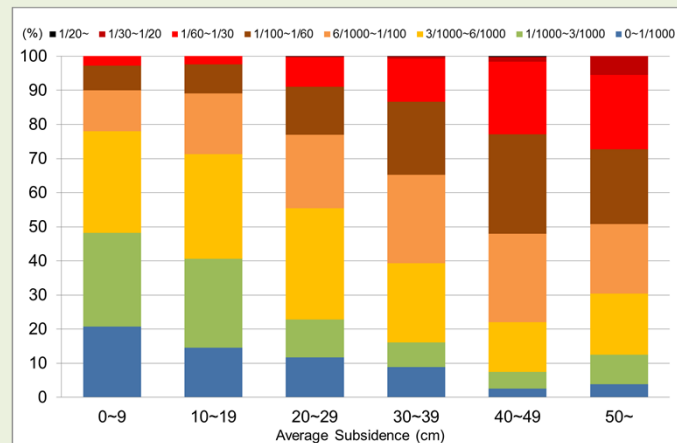
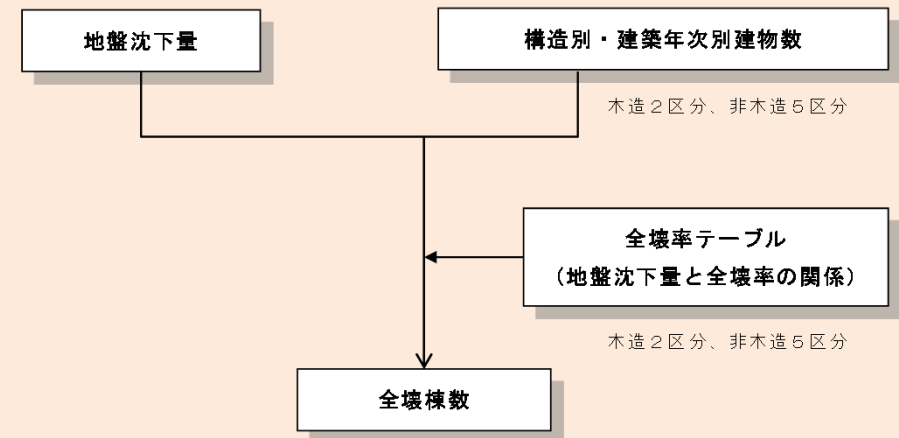


図 平均地盤沈下量と建物平均傾斜角との関係
(東日本大震災における浦安市の液状化による建物被害)

(Kohji TOKIMATSU & Kota KATSUMATA, LIQUEFACTION-INDUCED DAMAGE TO BUILDINGS IN URAYASU CITY DURING THE 2011 TOHOKU PACIFIC EARTHQUAKE, Proceedings of the International Symposium on Engineering Lessons Learned from the 2011 Great East Japan Earthquake, March 1-4, 2012, Tokyo, Japan)

◆ 今回想定で採用する手法



(1) 木造建物

*日本海中部地震における八郎潟周辺や能代市などの被害事例(昭和55年以前建築が対象)、東北地方太平洋沖地震における千葉県浦安市や茨城県潮来市日の出地区などの被害事例(昭和56年以降建築が対象)から設定

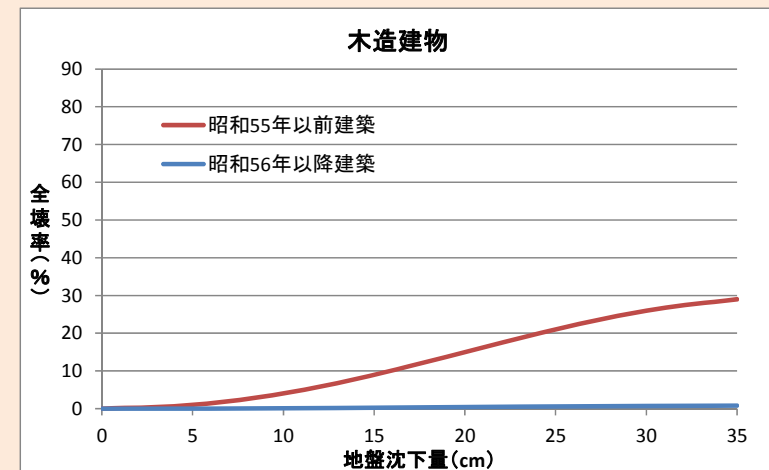


図 地盤沈下量に対する建物全壊率
(東京工業大学 時松教授のデータ等に基づき内閣府が設定)

1. 建物被害

1.2 液状化による被害(続き)

(2) 非木造建物

① 杭無し

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

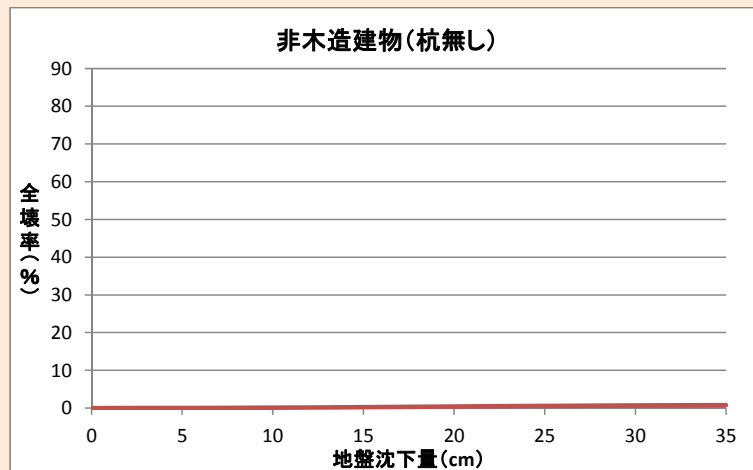


図 地盤沈下量に対する建物全壊率
(非木造; 杭無し)
(東京工業大学 時松教授のデータ等に基づき内閣府が設定)

② 杭有り(アスペクト比の大きい小規模建物(短辺方向スパンが1-2程度)*)

*兵庫県南部地震の事例から設定。埋立地で100棟以上の基礎の被害。基礎被害を受け傾斜したもの多くはアスペクト比の大きい小規模建物(短辺方向スパンが1-2程度の中低層建物)であった。

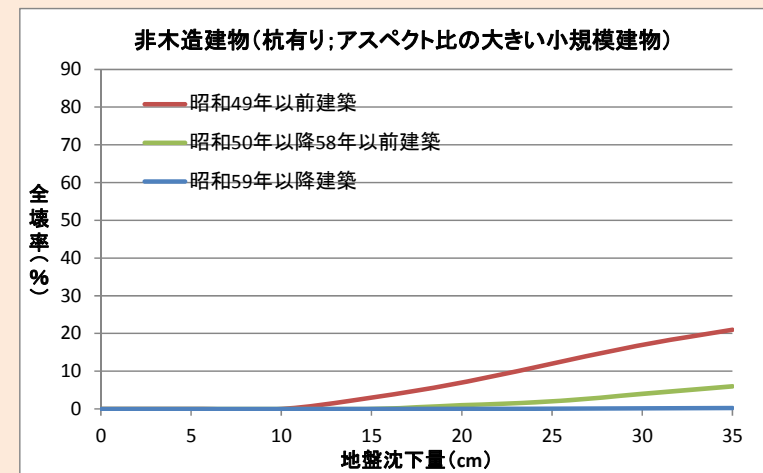


図 地盤沈下量に対する建物全壊率
(非木造; 杭有り-アスペクト比の大きい小規模建物)
(東京工業大学 時松教授のデータ等に基づき内閣府が設定)

③ 杭有り(上記以外)

半壊以上の被害はないものとする。

1. 建物被害

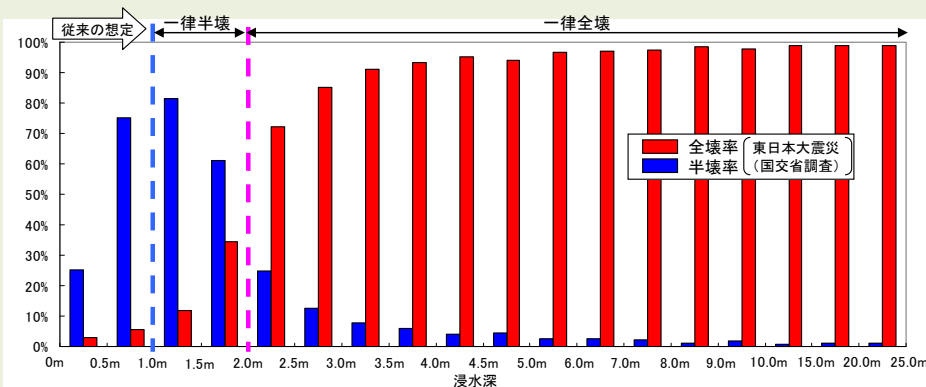
1.3 津波による被害

○基本的な考え方

- 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分析し、浸水深ごとに被害率を設定して算出

✓ 東日本大震災で得られた知見等

- 「東日本大震災による被災現況調査結果について(第1次報告)」(国土交通省、平成23年8月4日)による浸水深ごとの建物被災状況の構成割合を見ると、浸水深2.0mを超えると全壊となる割合が大幅に増加する(従来の被害想定では浸水深2m以上の木造建物を一律全壊としており、全体として大きくは変わらない傾向である)。一方で、半壊について、従来の被害想定では浸水深1~2mで一律半壊としていたのに対し、今回の地震では浸水深が0.5m超から半壊の発生割合が大きくなっている。



◆ 今回想定で採用する手法

- 津波浸水深ごとの建物被害率の係数を用いて建物構造別に全壊棟数・半壊棟数を算出。
- 地震動に対して堤防・水門が正常に機能するが、津波が堤防等を乗り越えた場合にはその区間は破堤するという条件を基本として被害想定を実施。一方で、地震動によって一部の堤防等が機能不全となった場合も別途考慮。

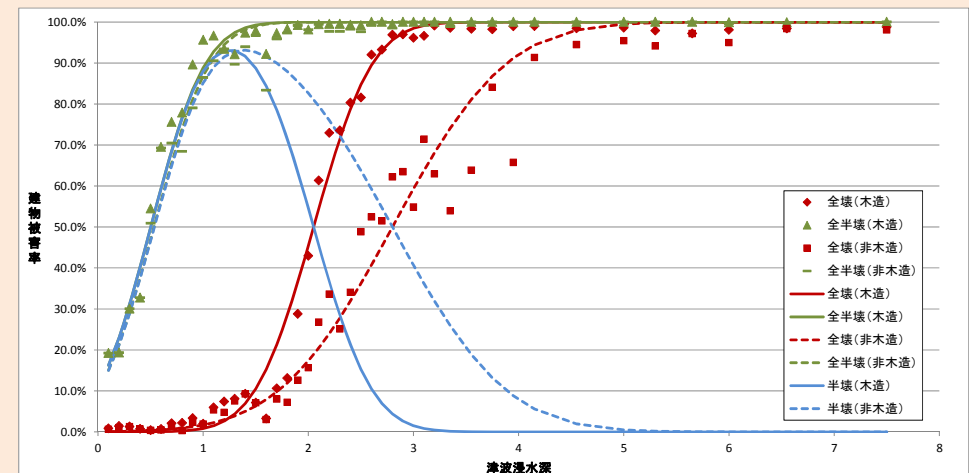


図 津波浸水深ごとの建物被害率(人口集中地区)

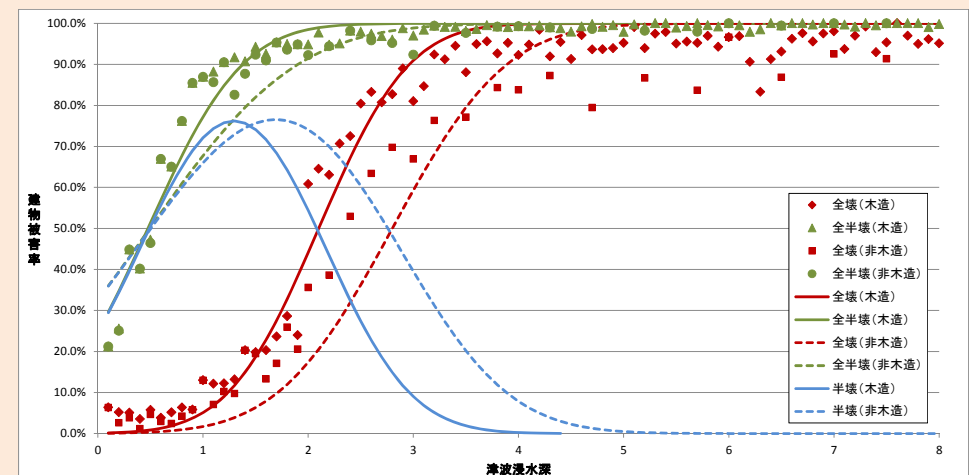


図 津波浸水深ごとの建物被害率(人口集中地区以外)

1. 建物被害

1.4 急傾斜地崩壊による被害

○基本的な考え方

- 急傾斜地崩壊の起こりうる箇所の危険度ランク別に崩壊確率を設定。
- 崩壊した箇所の被害については、斜面崩壊による震度別被害率を適用。
- 崩壊確率と被害率から、斜面災害による建物被害を算定

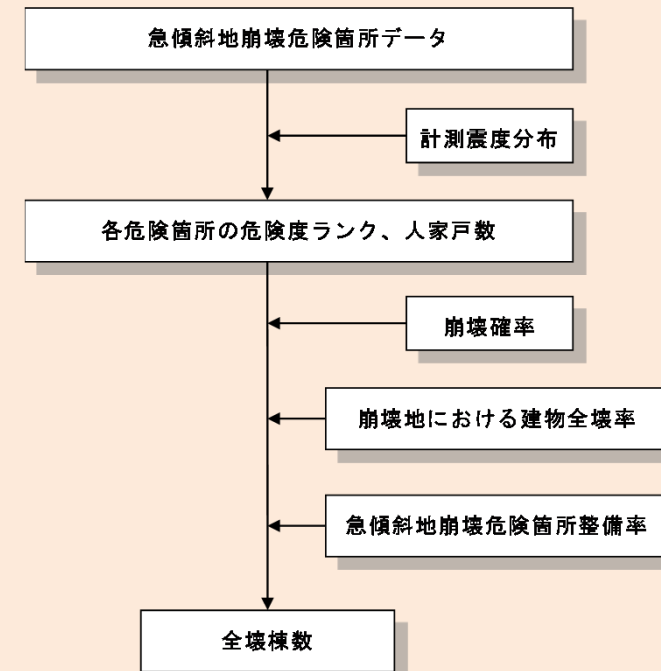
✓ 東日本大震災で得られた知見等

- 急傾斜地等の崩壊については、海溝型地震の東北地方太平洋沖地震で110件(平成23年8月3日現在)。



図 国土交通省砂防部資料(平成23年8月)

◆ 今回想定で採用する手法



$$\begin{aligned}
 & \text{(急傾斜地崩壊による全壊棟数)} \\
 & = (\text{危険箇所内人家戸数}) \times (\text{崩壊確率}) \\
 & \quad \times (\text{崩壊地における震度別建物全壊率}) \\
 & \quad \times \{1 - (\text{都府県別の急傾斜地崩壊危険箇所整備率})\}
 \end{aligned}$$

・危険度ランク別崩壊確率

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、崩壊危険度ランク別の崩壊確率を次のように設定する(ランクB,Cの崩壊確率はゼロ)。

ランク	崩壊確率
A	10%

1. 建物被害

1.5 地震火災による被害

(1) 出火

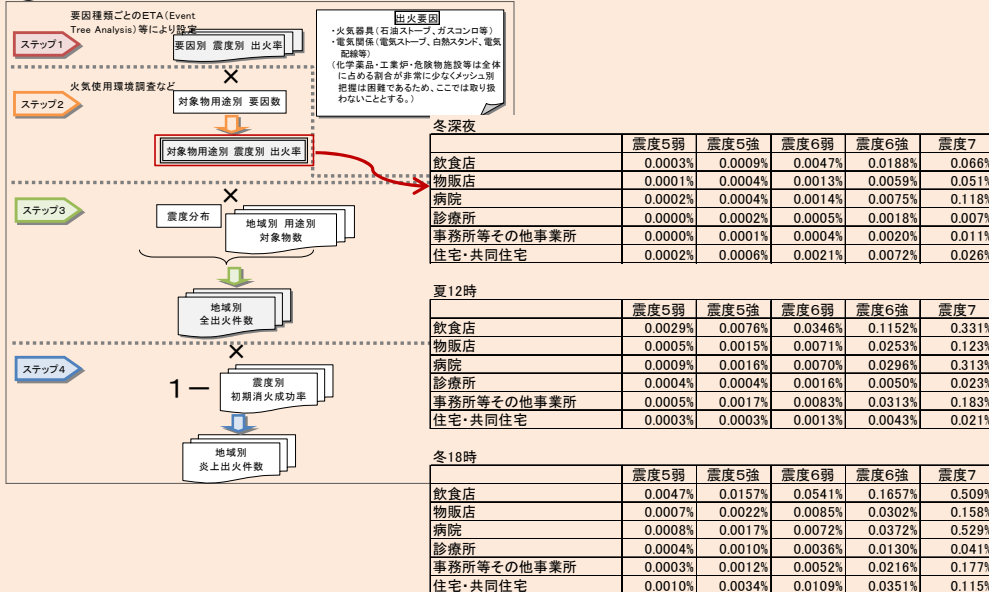
○基本的な考え方

- 出火要因の多くを占める火気器具、電気関係からの出火を取り扱う。また、停電時には電気関係からの出火はなく、停電復旧後に出火することも考えられるが、ここでは保守側の観点から、電気関係からの出火も地震直後に発生するものとして考える。
- 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つに分けて出火率を設定する。
- 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を設定し、算定する。
- 震度別の初期消火成功率を考慮して炎上出火件数を算定する。

◆ 今回想定で採用する手法

$$\begin{aligned}\text{全出火件数} &= \text{震度別用途別出火率} \times \text{用途別要因数} \\ \text{炎上出火件数} &= (1 - \text{初期消火成功率}) \times \text{全出火件数}\end{aligned}$$

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

- 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)

③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。

$$\begin{aligned}\text{電気機器からの出火件数} &= 0.044\% \times \text{全壊棟数} \\ \text{配線からの出火件数} &= 0.030\% \times \text{全壊棟数}\end{aligned}$$

○初期消火成功率

- 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。

震度	6弱以下	6強	7
初期消火成功率	67%	30%	15%

1. 建物被害

1.5 地震火災による被害

(2) 消防運用

○ 基本的な考え方

- 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ものとする。
- 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を算定する。

◆ 今想定で採用する手法

- 消火可能件数(発災直後) =
$$0.3 \times (\text{消防ポンプ自動車数}/2 + \text{小型動力ポンプ数}/4) \times \{1 - (1 - 61,544 / \text{市街地面積}(\text{m}^2)) \times \text{水利数}\}$$
- 残火災件数 = 炎上出火件数 - 消火可能火災件数

- 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、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)を求めることとする。
- 上式は、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。ここでは、上式における係数0.3は、風速8m/sでは0.2とする。
- 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。

(3) 延焼

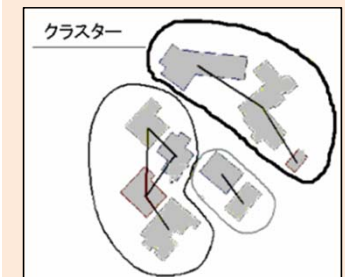
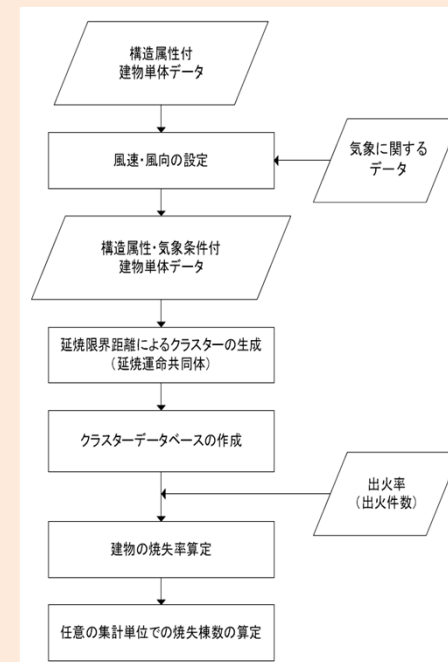
○ 基本的な考え方

- 延焼クラスター※に基づく地震火災リスク算定手法(加藤ら、2006)を用いる。本手法は、建物単体のデジタルマップを用いており、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である。

◆ 今想定で採用する手法

- 消防運用の結果、消火することができなかった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定。
- 各地域の最頻度の風向を前提条件とし、風速について平均風速と8m/sの2通りを検討する。



1. 建物被害

1.6 津波火災による被害

○基本的な考え方

- 東日本大震災では大規模な津波火災が発生したが、現時点では津波火災件数等を正確に把握することは難しく、定量化は困難である。このため、本想定では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示す。

✓ 東日本大震災で得られた知見等

- 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。

○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%)

○火災種別

- 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%)

○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)、部分焼以下に止められたものは24.0%

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。

※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)

※2 山田常主・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)

2. 屋外転倒、落下物の発生

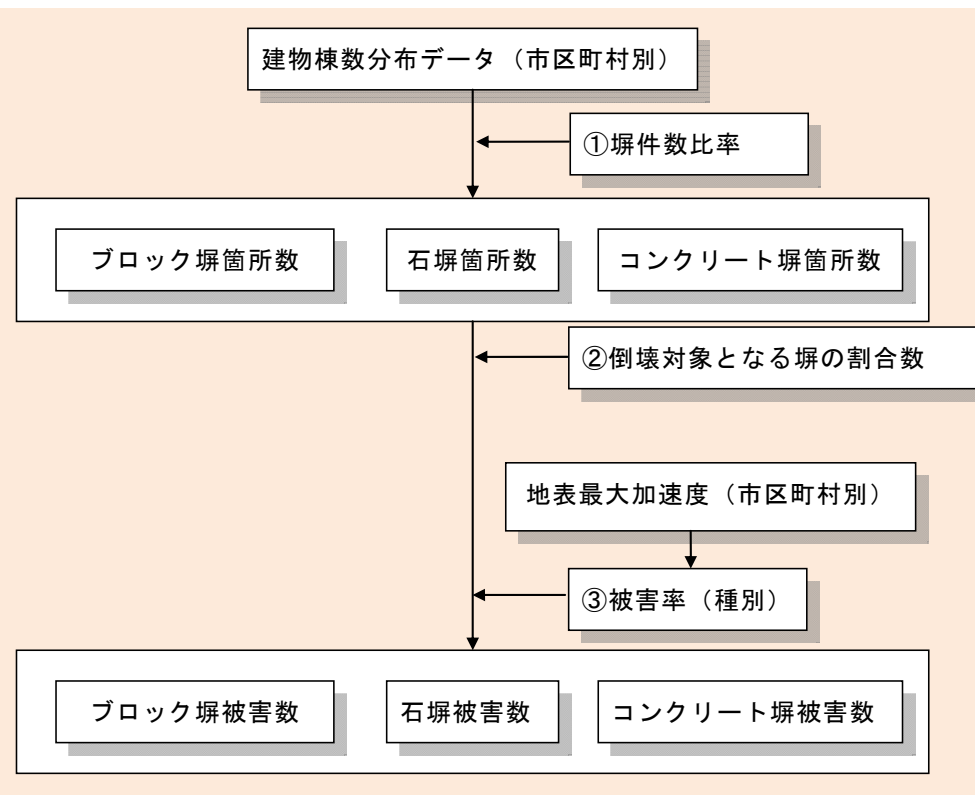
2.1 ブロック塀・自動販売機等の転倒

(1) ブロック塀等

○基本的な考え方

- 東京都(H9)、愛知県(H15)に基づき、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。

◆ 今回想定で採用する手法



① 塀件数

- ブロック塀については、愛知県(H15)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(H9)による木造棟数と塀件数との関係を用いて求める。

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

② 倒壊対象となる塀の割合

- 東京都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(H9)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。

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(%) = $-12.6 + 0.07 \times (\text{地表最大加速度})(\text{gal})$
- 石塀被害率(%) = $-26.6 + 0.168 \times (\text{地表最大加速度})(\text{gal})$
- コンクリート塀被害率(%) = $-12.6 + 0.07 \times (\text{地表最大加速度})(\text{gal})$

※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区町村別人口重み付平均値を用いる。

2. 屋外転倒、落下物の発生

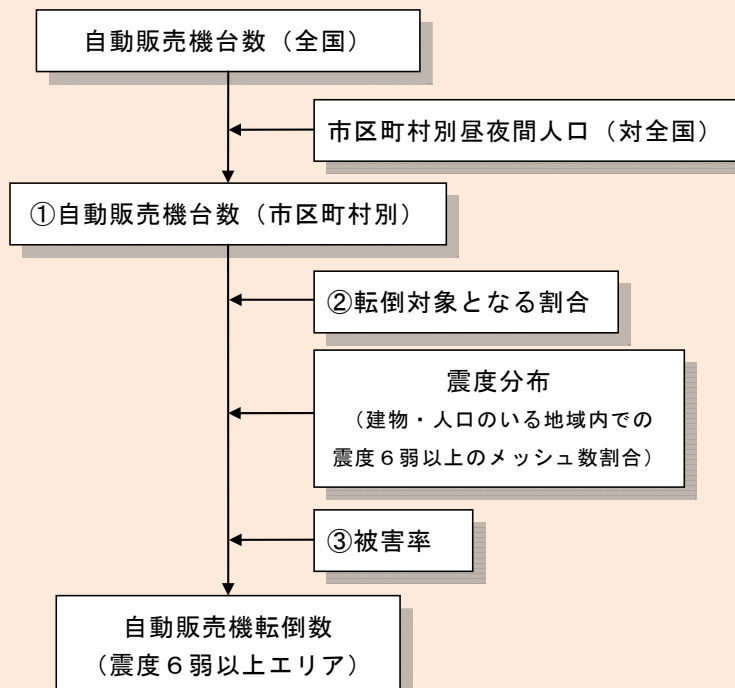
2.1 ブロック塀・自動販売機等の転倒(続き)

(2) 自動販売機

○基本的な考え方

- 自動販売機の転倒対象となる割合は、屋外設置比率と転倒防止措置未対応率より設定
- 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定

◆ 今回想定で採用する手法



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※を各市区町村に次の式で配分して求める。

※日本自動販売機工業会調べ:平成23年末時点

(市区町村別の自動販売機台数)

$$= (\text{全国自動販売機台数}) \times \left\{ \frac{(\text{市区町村夜間人口}) + (\text{市区町村昼間人口})}{(\text{全国夜間人口}) + (\text{全国昼間人口})} \right\}$$

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。

※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

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H15)
- 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: 全数調査)

2. 屋外転倒、落下物の発生

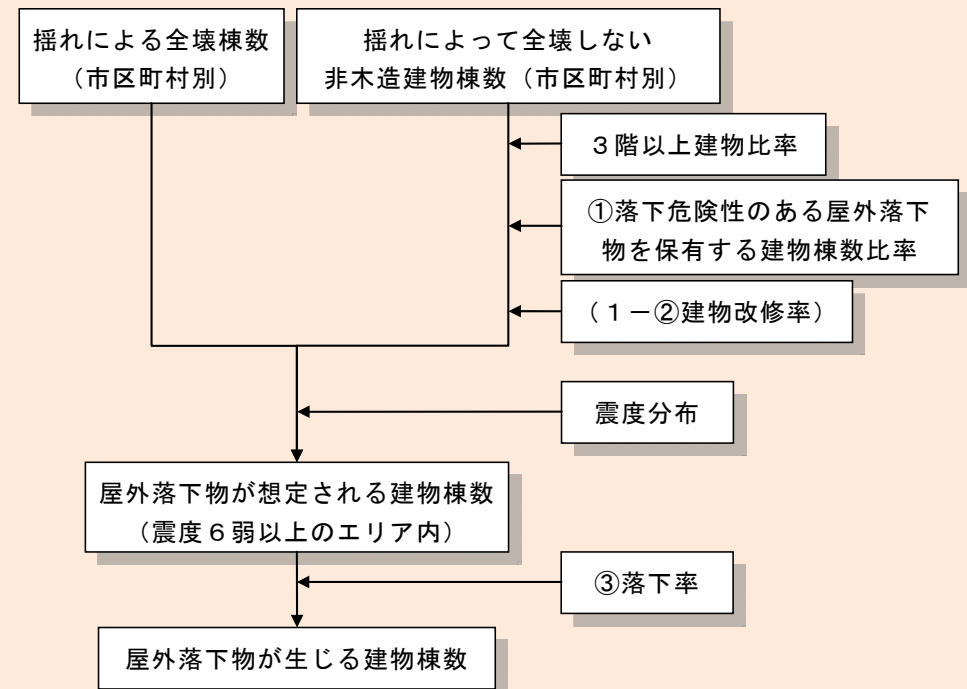
2.2 屋外落下物の発生

○基本的な考え方

- 東京都(H9)を参考に、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定。

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

◆ 今回想定で採用する手法



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、東京都の調査結果(東京都(H9))をもとに、対象となる建物の築年別に設定。

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(H9)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(H9)で設定したブロック塀の被害率と同じ式を用いる。

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

3. 人的被害

3.1 建物倒壊による被害

○基本的な考え方

- 木造建物と非木造建物では、死者等の発生の様相が異なることから、木造建物、非木造建物を区別し、それぞれの建物からの死者数・負傷者数を想定する。
- 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。

✓ 東日本大震災で得られた知見等

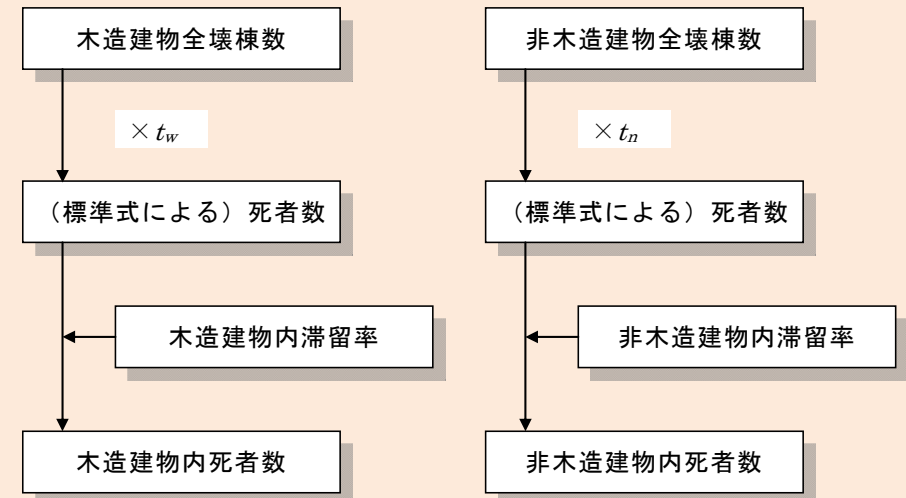
- 東日本大震災では、約1万9千人もの津波による死者・行方不明者が発生しているが、このうち内陸市町村の死者・行方不明数は、125人（総務省消防庁発表被害報平成24年3月11日現在、死者・行方不明者の0.6%）であり、全壊棟数の少なさと相まって、建物被害棟数と死者関係式を見直すために十分なデータが得られていない。

－（参考）内陸市町村の死者数は106人であり、そのうち死亡発生要因が現時点でわかったのは約半数の55人。うち建物倒壊による死者数は10人（内陸市町村の死者数の約18%に相当）

－（参考）検視等による死因別では、圧死・損壊死等の割合は4.4%（平成23年4月警察庁資料より）。

◆ 今回想定で採用する手法

①死者数



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

(木造 死者数)

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

(非木造 死者数)

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

(木造建物内滞留率)

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

(非木造建物内滞留率)

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

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

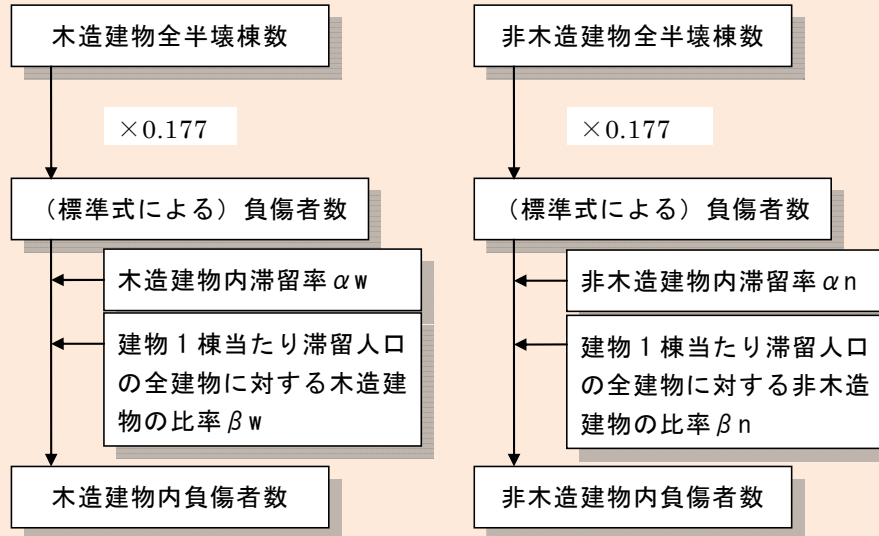
P_{w0} : 夜間人口(木造) P_{n0} : 夜間人口(非木造)

B_w : 建物棟数(木造) B_n : 建物棟数(非木造)

3. 人的被害

3.1 建物倒壊による被害(続き)

②負傷者数



(木造建物における負傷者数)

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

(非木造建物における負傷者数)

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

(木造建物内滞留率) α_w

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

(非木造建物内滞留率) α_n

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

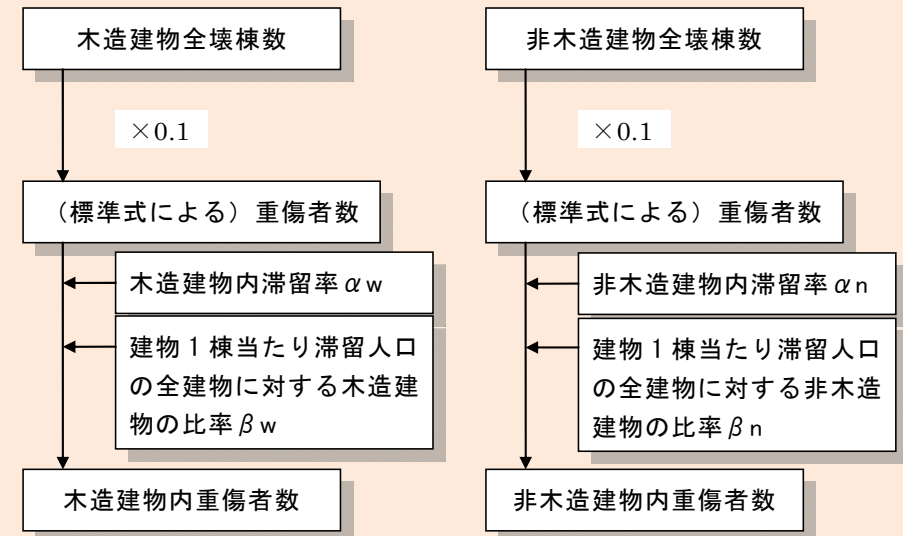
(建物 1 棟当たり滞留人口の全建物に対する木造建物の比率(時間常別)) β_w

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

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

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

③重傷者数(=②の負傷者数の内数)



(木造建物における重傷者数)

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

(非木造建物における重傷者数)

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

(木造建物内滞留率) α_w

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

(非木造建物内滞留率) α_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 棟当たり滞留人口の全建物に対する木造建物の比率(時間常別)) β_w

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

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

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

3. 人的被害

3.2 津波による被害

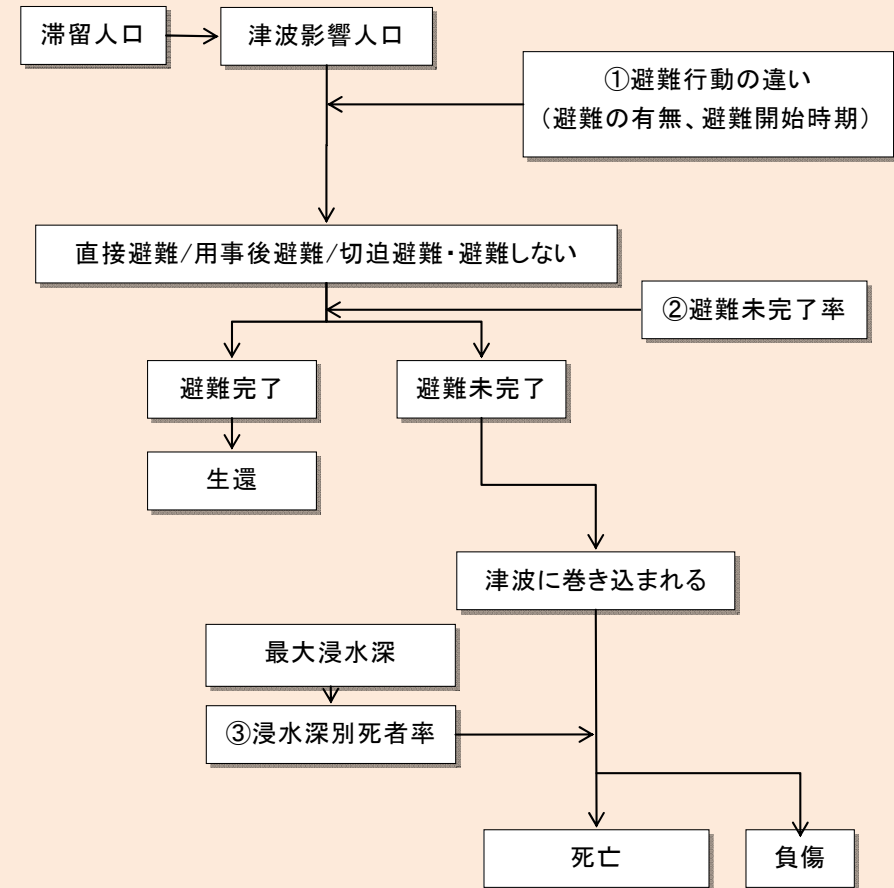
○基本的な考え方

- 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の3つに分けて設定
- なお、揺れによる建物倒壊に伴う自力脱出困難者は津波からの避難ができないものとする。

✓ 東日本大震災で得られた知見等

- 東日本大震災において、岩手県では従来の中央防災会議の被害想定（明治三陸タイプ地震）に比べて津波高さも浸水面積も1～2倍程度となっており、宮城県では従来の被害想定を大きく上回る被害となった。なお、岩手県の死者・行方不明者数は、被害想定では約2,100人であるのに対し、東日本大震災では5,920人（2011年3月11日現在、消防庁発表）であり、約2.8倍となっている。
- 東日本大震災の三陸地域においても、すぐに避難した人の割合が高い地域と低い地域があり、地域全体として必ずしも津波に対する避難意識が高かったとは言い切れず、意識が高い場合と低い場合とで幅を持たせた避難行動パターンを考える必要がある。

◆ 今回想定で採用する手法



3. 人的被害

3.2 津波による被害(続き)

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。

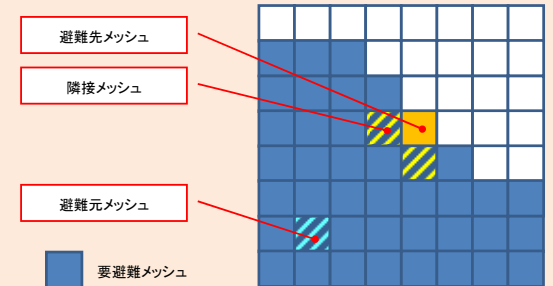
表 避難の有無、避難開始時期の設定

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

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

②避難未完了率

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



【避難判定方法】

①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

②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。

③避難距離の算定

メッシュ中心間の直線距離の1.5倍を避難距離とする(東日本大震災の実績)。

④避難完了所要時間の算定

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

⑤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。

- 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。

3. 人的被害

3.2 津波による被害(続き)

★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。

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

★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数及び1棟当たり収容人数については、全国調査が行われている「津波避難ビル等」に関する実態調査結果について(国土交通省、平成23年12月27日)における数値を用いる。津波避難ビル指定数は平成23年10月31日現在における地方公共団体が自ら地域防災計画等において位置づけている津波避難ビル等の棟数であり、また、1棟当たり収容人数は平成23年6月30日現在の全国平均値を用いる。なお、今回はマクロ的な想定であることから、各地の津波避難ビルの効果測定では、各ビルの具体的な配置や属性、周辺環境等を考慮して詳細に分析する必要がある。
- ・まず、浸水域内の津波避難ビルにおける収容可能人数を設定する。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[558人/棟](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ものとする。

$$\text{収容可能人数} = \{\pi \times (\text{避難距離(m)})^2\} \times 0.5 \times \text{周辺人口密度(人/m}^2\text{)} \cdots (B)$$

ここで、避難距離(m) = {44.2(m/分) × 避難時間(分)} ÷ 1.5

- ・求めた(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. 人的被害

3.2 津波による被害

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。

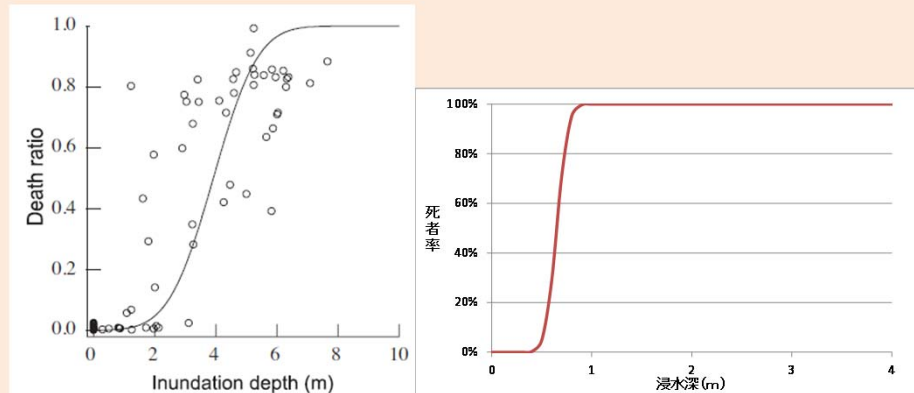


図 津波に巻き込まれた場合の死者率

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

※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。

★揺れによる建物倒壊に伴う死者及び自力脱出困難者の考慮

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

★年齢構成を考慮した死傷者数の算定

- 東日本大震災における岩手、宮城、福島の被災地域では、生存者においては高齢者ほど直後の避難率が高い傾向があるが、65歳以上及び75歳以上の方は結果として死者率が他年齢に比べて高い。ここでは、年齢構成が東日本大震災の被災地の状況よりも高齢化していれば津波に巻き込まれる可能性がより高いものとする。
- 全国における年齢構成を考慮した人的被害を推定するため、平成22年国勢調査に基づく市区町村別の年齢区分比率をもとにして、次式により人的被害補正係数を算出し、算出した市区町村別死傷者数に掛け合わせるものとする。

市区町村別の人的被害補正係数

$$= \sum (\text{年齢区分別比率} \times \text{年齢区分別重み係数})$$

$$= 15\text{歳未満人口比率} \times 0.34 + 15\sim 64\text{歳人口比率} \times 0.62 + 65\sim 74\text{歳人口比率} \times 1.79 + 75\text{歳以上人口比率} \times 2.81$$

3. 人的被害

3.2 津波による被害(続き)

★夏期の海水浴客等観光客の考慮

- ・浸水域内に海水浴場等が存在するところでは、夏期のピーク時には住民数(夜間人口・昼間人口)と比較しても無視できない人数の海水浴客が存在することから、津波による人的被害の算定において、海水浴客の被害を想定する必要がある。
- ・市町村単位の海水浴入り込み数(7・8月の月単位データ)をもとに、7・8月中の休日及び盆休み等に集中すること、ピーク時には一日単位利用者数の100%がいることを仮定し、これらの海水浴客等観光客の分だけ津波浸水域内人口が増加すると考えて、海水浴客人的被害増加率を設定する。

★被害想定における堤防・水門等の取扱について

- ・今回の被害想定を実施した浸水計算は、地震動によって堤防・水門等が被災しない条件での計算を基本としており、地震動に伴う液状化による沈下や破壊も計算の前提とはしていない。
- ・海岸堤防等は地震動及び地震動に伴って生ずる液状化によって、沈下、損傷、破壊に至る可能性があり、今後、施設の点検、評価等を行い、それぞれの地域でこれらの被災を考慮した上での浸水計算等を検討する必要がある。
- ・伊勢湾沿岸、大阪湾沿岸等の低平地等においては、これらが被災した場合、津波が到達する前の段階で浸水域が大きく広がる可能性があるため、特に注意を要する。

★堤防・水門の耐震性について

【被害想定における基本的な考え方】

堤防・水門は、地震動に対しては正常に機能し、津波に対しては津波が堤防等を乗り越えた場合にその区間が破堤する、という条件を基本として被害想定を実施する。

【「堤防・水門が被災した場合の被害の増分」の考え方】

震度6弱以上の地域では、堤防に亀裂が発生したり、水門の機能支障が発生するなど、海岸構造物が十分な機能を発揮しない場合が考えられる。

ここでは、震度6強以上のエリアは1/2、震度6弱のエリアは1/3の割合で堤防等の損壊や水門等の機能支障が発生すると仮定して「堤防・水門の機能不全」の場合の被害想定を実施する。

ただし、地震動による被災箇所の想定が難しいことから、個別箇所が被災した場合の浸水計算は実施していない。

このため、全体が被災した場合との按分で算出し、参考値として示している。

3. 人的被害

3.3 急傾斜地崩壊による被害

○基本的な考え方

- 揺れにより引き起こされた斜面の崩壊（崖崩れ）により家屋が倒壊し、それに伴って死者が発生する場合を想定する。
- 地震発生時刻の建物内滞留状況について考慮する。

✓ 東日本大震災で得られた知見等

- 今回の東日本大震災では、約1万9千人もの津波による死者・行方不明者が発生しているが、このうち内陸市町村の死者・行方不明数は、125人（総務省消防庁発表被害報平成24年3月11日現在、死者・行方不明者の0.6%）であり、全壊棟数の少なさと相まって、建物被害棟数と死者関係式を見直すために十分なデータが得られていない。

－（参考）内陸市町村の死者数は106人であり、そのうち死亡発生要因が現時点でわかったのは約半数の55人。うち建物倒壊による死者数は10人（内陸市町村の死者数の約18%に相当）

－（参考）検視等による死因別で見ても、圧死・損壊死等の割合は4.4%にとどまる（平成23年4月警察庁資料より）。

◆ 今回想定で採用する手法

- 東京都防災会議（1991）の手法に従い、1967年から1981年までの崖崩れの被害実態から求められた、被害棟数と死者数・負傷者数との関係式により、人的被害を算出する（木造建物の大破棟数は、全壊棟数×0.7に等しいものとする）。
- 崖崩れによる建物被害と死者数、負傷者数、重傷者数の関係を以下の式とする。

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

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

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

ここで、（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）

3. 人的被害

3.4 火災による被害

○基本的な考え方

- ・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。

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

✓ 東日本大震災で得られた知見等

- ・今回の東日本大震災では、約1万9千人もの津波による死者・行方不明者が発生しているが、このうち内陸市町村の死者・行方不明数は、125人（総務省消防庁発表被害報平成24年3月11日現在、死者・行方不明者の0.6%）であり、焼失棟数の少なさ（全焼・半焼で281棟（平成24年4月18日警察庁調べ））と相まって、焼失棟数と死者関係式を見直すために十分なデータが得られていない。

－（参考）検視等による死因別では、焼死の割合は1.1%（平成23年4月警察庁資料より）

◆ 今回想定で採用する手法

- ・東日本大震災における火災による死傷者は少ないと考えられるため、他の既往地震・大火事例データを基にした手法を用いる。

①死者数

a) 炎上出火家屋からの逃げ遅れ

（炎上出火家屋内から逃げ遅れた死者数）

$$= 0.046 \times \text{出火件数} \times (\text{屋内滞留人口比率})$$

※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）

b) 倒壊後に焼失した家屋内の救出困難者

（閉込めによる死者数）＝（倒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、

（倒壊かつ焼失家屋内の救出困難な人）

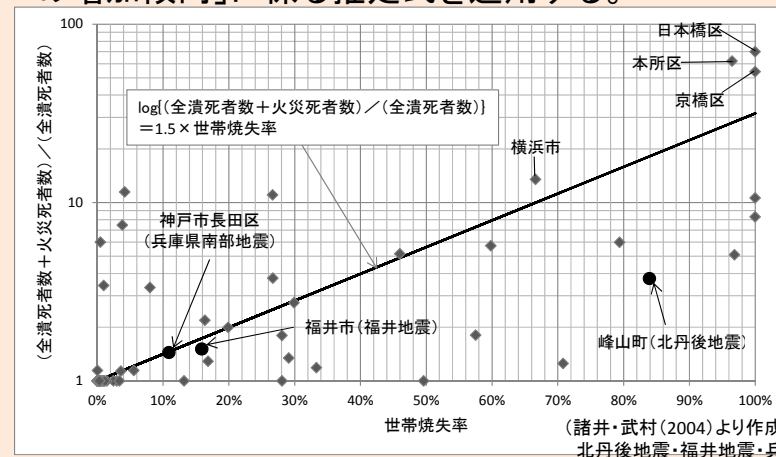
$$= (1 - \text{早期救出可能な割合} (0.72)) \times (\text{倒壊かつ焼失家屋内の要救助者数})$$

（倒壊かつ焼失家屋内の要救助者数）

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

c) 延焼拡大時の逃げまどい

- ・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。



3. 人的被害

3.4 火災による被害(続き)

②負傷者数

a)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)
 $= 0.075 \times \text{出火件数} \times (\text{屋内滞留人口比率})$
(出火直後の火災による軽傷者数)
 $= 0.187 \times \text{出火件数} \times (\text{屋内滞留人口比率})$

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)

b)延焼拡大時の逃げまどい

(延焼火災による重傷者数) $= 0.0053 \times \text{焼失人口}$
(延焼火災による軽傷者数) $= 0.0136 \times \text{焼失人口}$

ここで、焼失人口 = (市区町村別焼失率) × (発生時刻の市区町村別滞留人口)

3. 人的被害

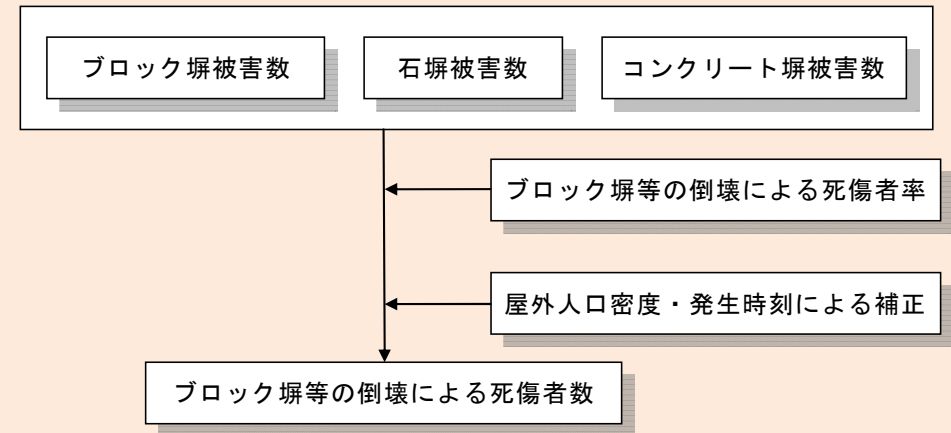
3.5 ブロック塀・自動販売機等の転倒、屋外落下物による被害

(1) ブロック塀等の倒壊

○基本的な考え方

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

◆ 今回想定で採用する手法



(死傷者数) = (死傷者率) × (市区町村別のブロック塀等被害件数) × (市区町村別時刻別移動者数) / (市区町村別18時移動者数) × ((市区町村別屋外人口密度) / 1689.16 (人/km²))

死傷者率 (= 倒壊1件当たり死傷者数)

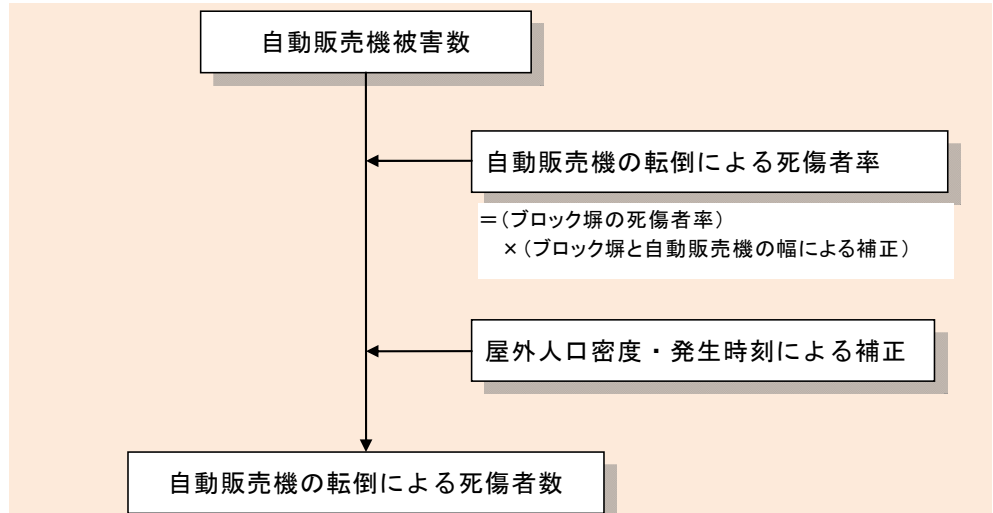
死者率	負傷者率	重傷者率
0.00116	0.04	0.0156

(2) 自動販売機の転倒

○基本的な考え方

- 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。
- 自動販売機の転倒による死傷者については、ブロック塀等と同じ死傷者率とし、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。

◆ 今回想定で採用する手法



(死傷者数) = (死傷者率) × (市区町村別の自動販売機被害件数) × (市区町村別時刻別移動者数) / (市区町村別18時移動者数) × ((市区町村別屋外人口密度) / 1689.16 (人/km²))

* 死傷者率はブロック塀等の倒壊と同じ値を用いる

3. 人的被害

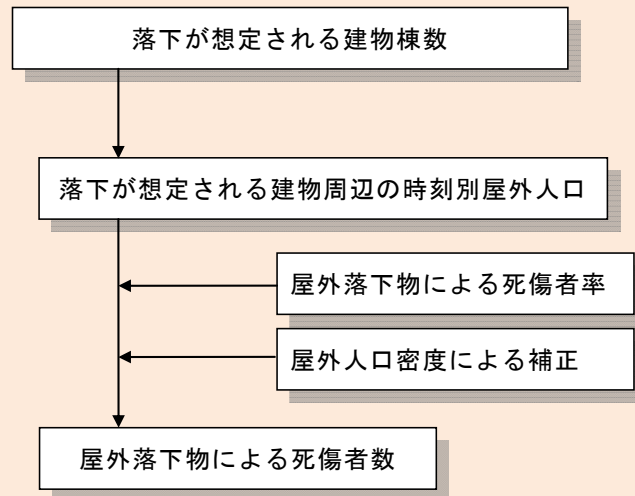
3.5 ブロック塀・自動販売機等の転倒、屋外落下物による被害(続き)

(3) 屋外落下物

○基本的な考え方

- ・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。

◆ 今回想定で採用する手法



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

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%

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

※震度7を計測震度6.5相当、震度6強以下を各震度階の計測震度の中間値として内挿補間する。

3. 人的被害

3.6 屋内収容物移動・転倒、屋内落下物による被害

○基本的な考え方

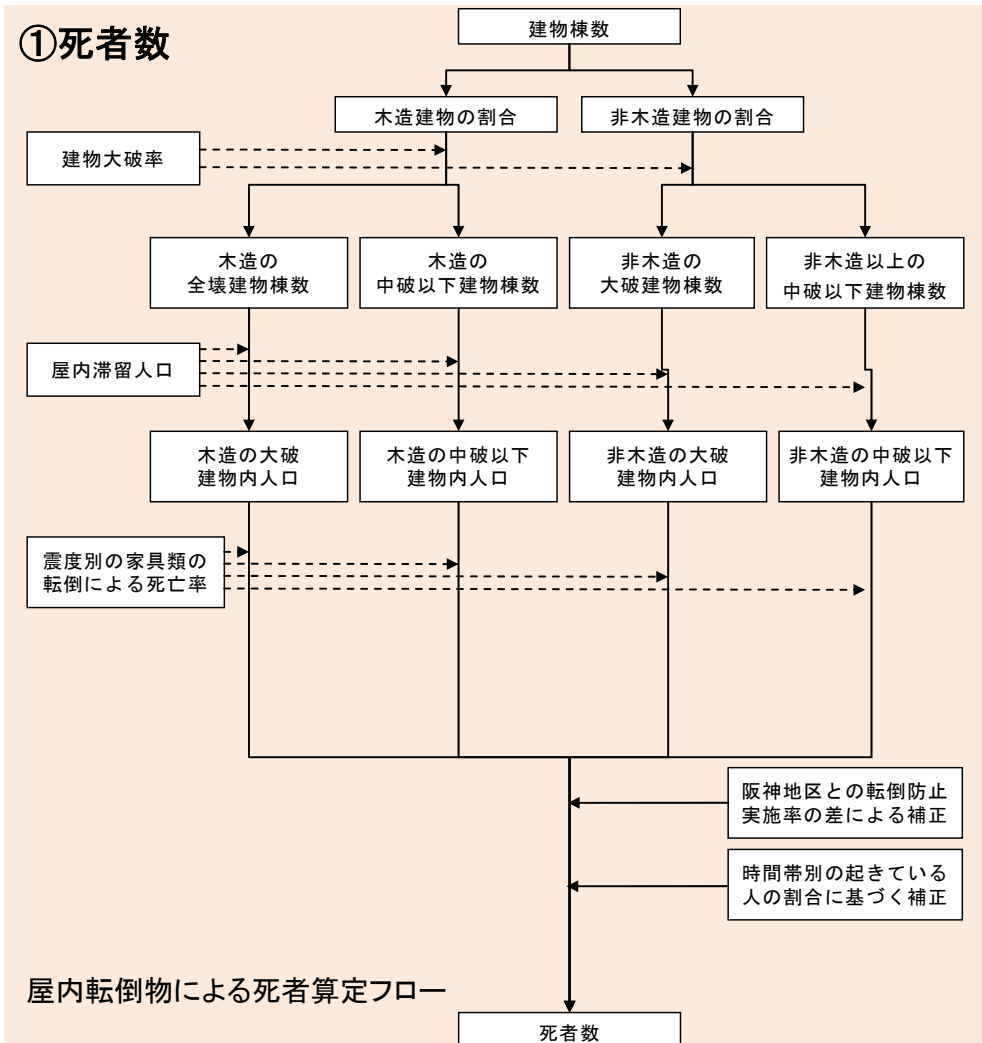
- 火災予防審議会・東京消防庁「地震時における人口密集地域の災害危険要因の解明と消防対策について」(平成17年)による死傷者率を適用する。

◆ 今回想定で採用する手法

(1) 屋内収容物の移動・転倒(屋内転倒物)

- 木造建物、非木造建物の別で屋内転倒物による死傷者率を設定するものとする。
- 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。ここで、家具類の転倒防止対策実施率が全国平均の26.2%であった場合、補正係数は0.85
- 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。

① 死者数



屋内転倒物による死者算定フロー

表 屋内転倒物による死者率(大破の場合)

	木造建物	非木造建物
震度7	0.314%	0.192%
震度6強	0.255%	0.156%
震度6弱	0.113%	0.0688%
震度5強	0.0235%	0%
震度5弱	0.00264%	0%

表 屋内転倒物による死者率(中破以下の場合)

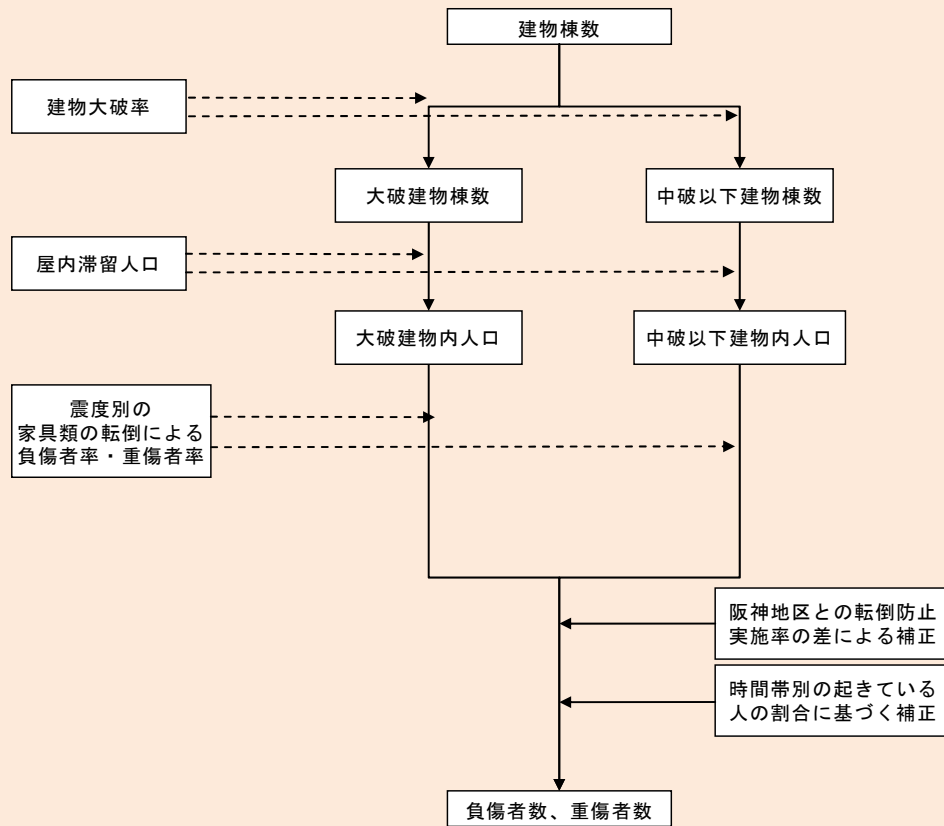
	木造建物	非木造建物
震度7	0.00955%	0.000579%
震度6強	0.00689%	0.000471%
震度6弱	0.00343%	0.000208%
震度5強	0.000715%	0.0000433%
震度5弱	0.0000803%	0.00000487%

(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)

3. 人的被害

3.6 屋内収容物移動・転倒、屋内落下物による被害(続き)

②負傷者数



屋内転倒物による負傷者算定フロー

表 屋内転倒物による負傷者率(大破の場合)

	負傷者率	重傷者率
震度7	3.69%	0.995%
震度6強	3.00%	0.809%
震度6弱	1.32%	0.357%
震度5強	0.276%	0%
震度5弱	0.0310%	0%

表 屋内転倒物による負傷者率(中破以下の場合)

	負傷者率	重傷者率
震度7	0.112%	0.0303%
震度6強	0.0809%	0.0218%
震度6弱	0.0402%	0.0109%
震度5強	0.00839%	0.00226%
震度5弱	0.000943%	0.000255%

3. 人的被害

3.6 屋内収容物移動・転倒、屋内落下物による被害(続き)

(2) 屋内落下物

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

① 死者数

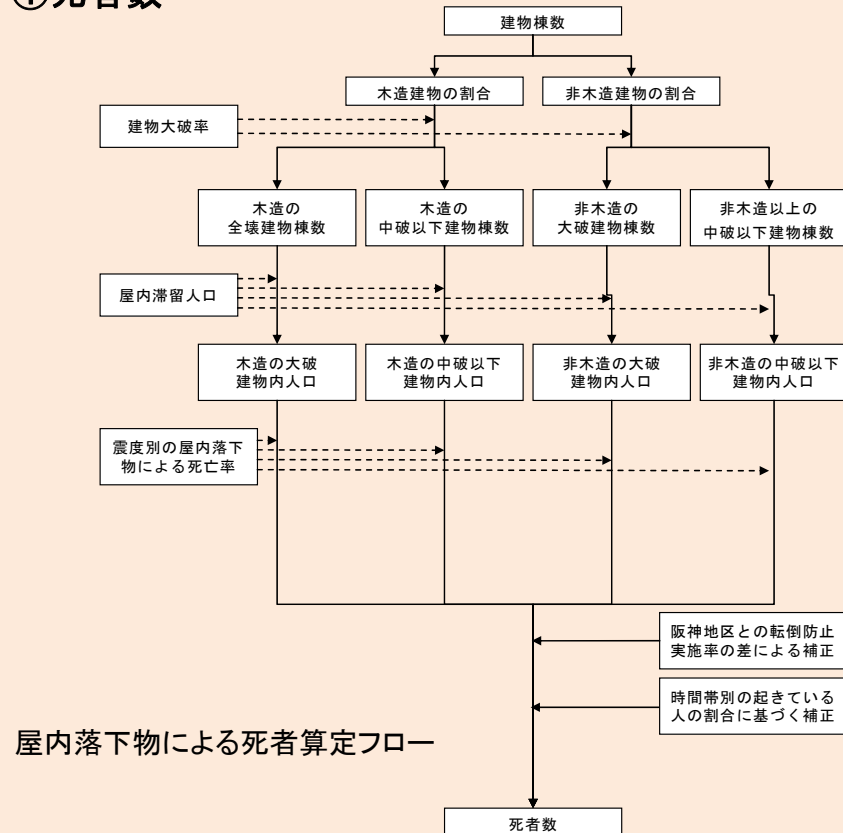


表 屋内落下物による死者率(大破の場合)

	木造建物	非木造建物
震度7	0.0776%	0.0476%
震度6強	0.0542%	0.0351%
震度6弱	0.0249%	0.0198%
震度5強	0.0117%	0%
震度5弱	0.00586%	0%

表 屋内落下物による死者率(中破以下の場合)

	木造建物	非木造建物
震度7	0.00270%	0.000164%
震度6強	0.00188%	0.000121%
震度6弱	0.000865%	0.0000682%
震度5強	0.000407%	0.0000404%
震度5弱	0.000204%	0.0000227%

② 負傷者数

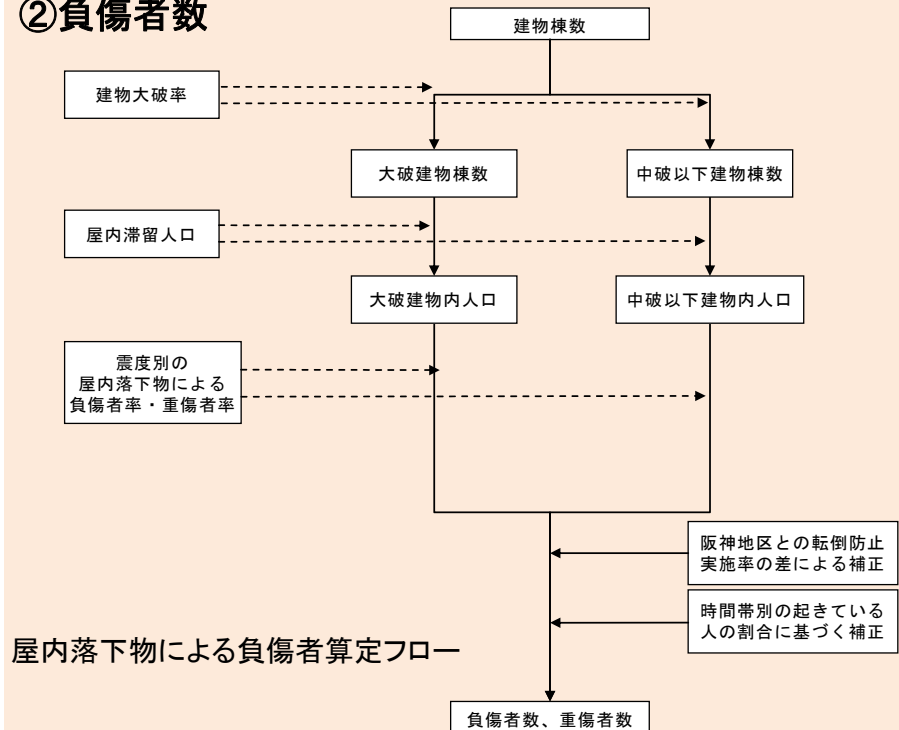


表 屋内落下物による負傷者率(大破の場合)

	負傷者率	重傷者率
震度7	1.76%	0.194%
震度6強	1.23%	0.135%
震度6弱	0.566%	0.0623%
震度5強	0.266%	0%
震度5弱	0.133%	0%

表 屋内落下物による負傷者率(中破以下の場合)

	負傷者率	重傷者率
震度7	0.0613%	0.00675%
震度6強	0.0428%	0.00471%
震度6弱	0.0197%	0.00216%
震度5強	0.00926%	0.00102%
震度5弱	0.00463%	0.000509%

(3) 屋内ガラス被害

- ・屋内転倒物と同様、屋内ガラス被害による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ものとする。

表 屋内ガラス被害による死傷者率

	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%

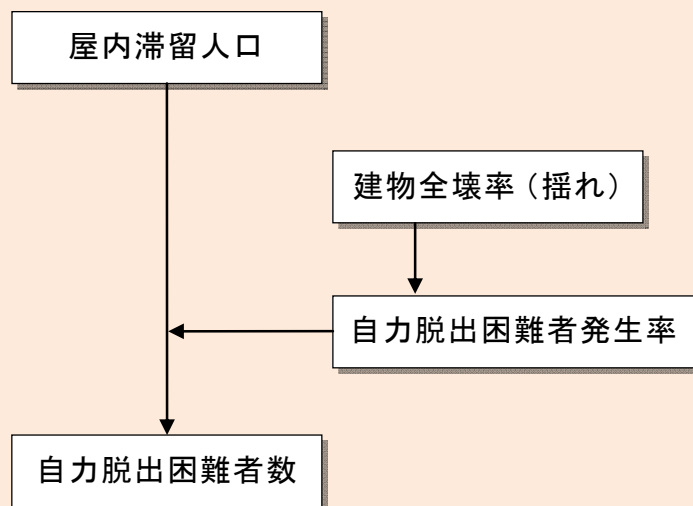
3. 人的被害

3.7 揺れによる建物被害に伴う要救助者(自力脱出困難者)

○基本的な考え方

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

◆ 今回想定で採用する手法



- ・自力脱出困難者数(木造、非木造別)
$$= 0.117 \times (\text{揺れによる建物全壊率}) \times \text{屋内人口}$$

3. 人的被害

3.8 津波被害に伴う要救助者・要搜索者

○基本的な考え方

- 津波の最大浸水深より高い階に滞留する者を要救助者として推定する。
- また、津波による死傷者を初期の要搜索需要と考える。

✓ 東日本大震災で得られた知見等

- 東日本大震災においては防衛省・自衛隊をはじめとして警察庁・消防庁・海上保安庁等により救助活動が行われ、救出等総数は27,157人となっている。総務省統計局による「浸水範囲概況にかかる人口・世帯数（平成22年国勢調査人口速報集計結果による）」によれば、津波浸水範囲の人口は約60万人であることから、浸水範囲人口の約4.5%が救助された計算になる。

◆ 今回想定で採用する手法

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

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

②要搜索者数

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

津波被害に伴う要搜索者数（最大）
＝津波による漂流者数（＝死傷者数）