

日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震の 被害想定項目及び手法の概要

建物被害、人的被害、生活への影響
インフラ・ライフライン被害

北海道防災会議地震火山対策部会地震専門委員会
地震防災対策における減災目標設定に関する
ワーキンググループ

今回公表する被害想定項目一覧

1. 建物被害

津波による被害（流水の漂着を考慮）、揺れによる被害、液状化による被害、急傾斜地崩壊による被害、地震火災による被害、津波火災による被害、屋外落下物の発生

2. 人的被害

津波による被害、低体温要対処者、建物倒壊による被害、急傾斜地崩壊による被害、屋内収容物移動・転倒、屋内落下物による被害、火災による被害、屋外落下物による被害、揺れによる建物被害に伴う要救助者（自力脱出困難者）、津波被害に伴う要救助者

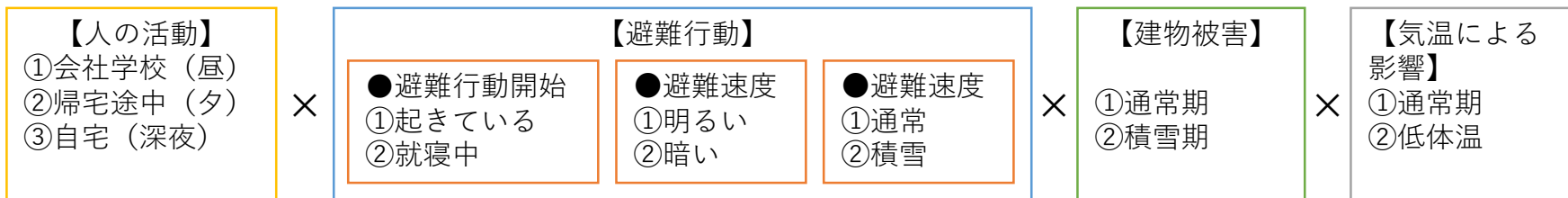
3. 生活への影響

避難者数、要配慮者数、医療機能、エレベータ内閉じ込め

4. インフラ・ライフライン被害

道路・橋梁、港湾、上水道、下水道、電力

被害想定的前提条件（想定シーン）



季節	時間帯	人の活動	避難行動			建物被害	気温による影響
			行動開始時間	避難速度	避難速度		
夏	昼	会社学校等の外出	起きている	明るい	通常	通常	通常
	夕	帰宅等で移動中	起きている	明るい	通常		
	深夜	自宅で就寝中	就寝中	暗い	通常		
冬	昼	会社学校等の外出	起きている	明るい	積雪	積雪荷重の考慮	低体温
	夕	帰宅等で移動中	起きている	暗い	積雪		
	深夜	自宅で就寝中	就寝中	暗い	積雪		

※被害の特徴を踏まえ、夏・昼 冬・夕、冬・夜について実施

1. 建物被害

1. 1 津波による被害

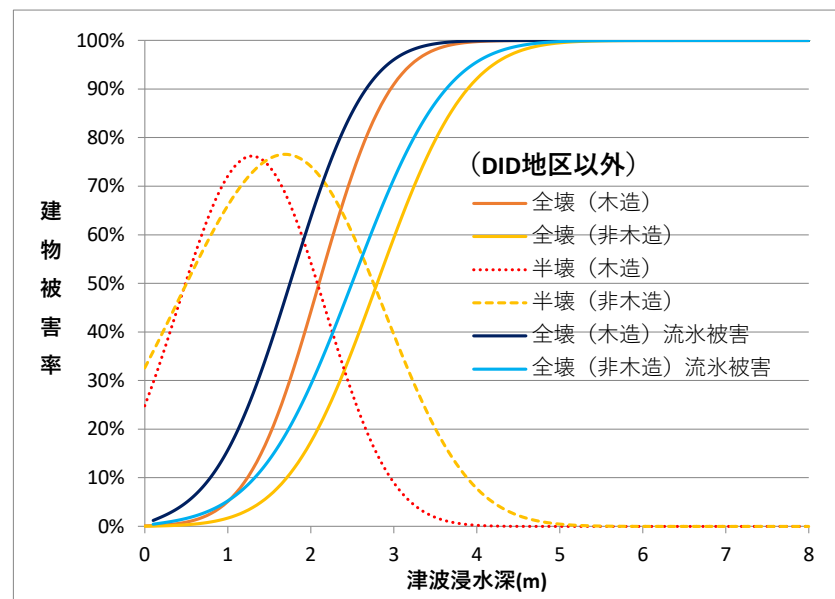
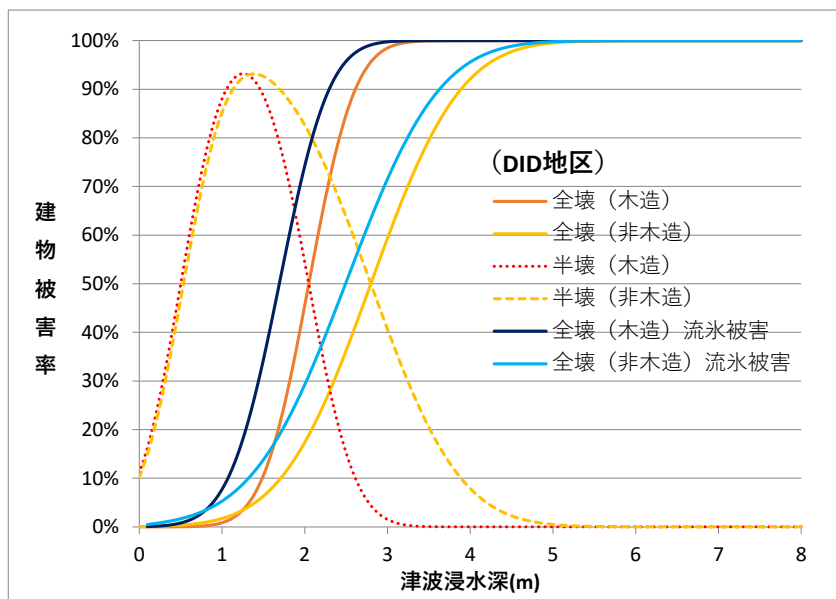
○基本的な考え方

$$(\text{津波による全壊・半壊棟数}) = (\text{構造別建物数}) \times (\text{津波浸水深ごとの建物被害率})$$

- ・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
- ・寒冷期の流氷漂着地域では、流氷により建物被害が増大する可能性がある。1952年十勝沖地震の被害を参考に、流氷がある場合の被害率曲線を別途設定。対象地域は、中央防災会議防災対策実行会議日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震対策検討ワーキンググループによる「日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震の被害想定項目及び手法の概要」で示された1981年～2010年の期間における海氷出現率から、海氷が過去に出現した振興局を単位としてこれを適用し、十勝・釧路・根室の(総合)振興局管内とする。

○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関係を用いて建物構造別に全壊棟数・半壊棟数を算出。
- ・流氷を伴う建物被害は、寒地土木研究所が提案した流氷の衝突力を考慮した力（衝突力と水による抗力との合力）に等価な流氷がない場合の抗力に相当する浸水深から（流氷がない元の被害関数利用）被害率を算定し、これを流氷ありの被害関数とする。なお衝突力の算定式に含まれるパラメータ（不確定要素）は1952年十勝沖地震の被害率を根拠に推定。また半壊率の算定については本手法は適用せず、内閣府による方法を採用



1. 建物被害

1. 2 揺れによる被害

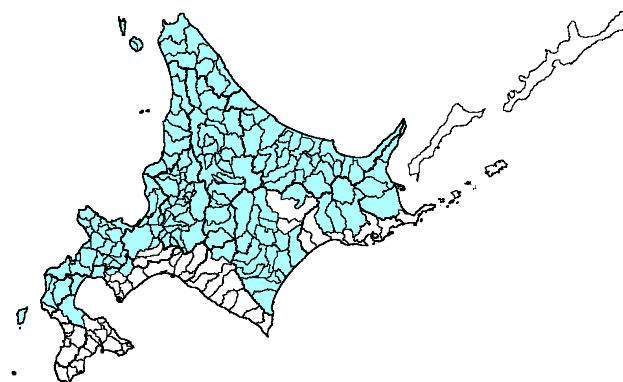
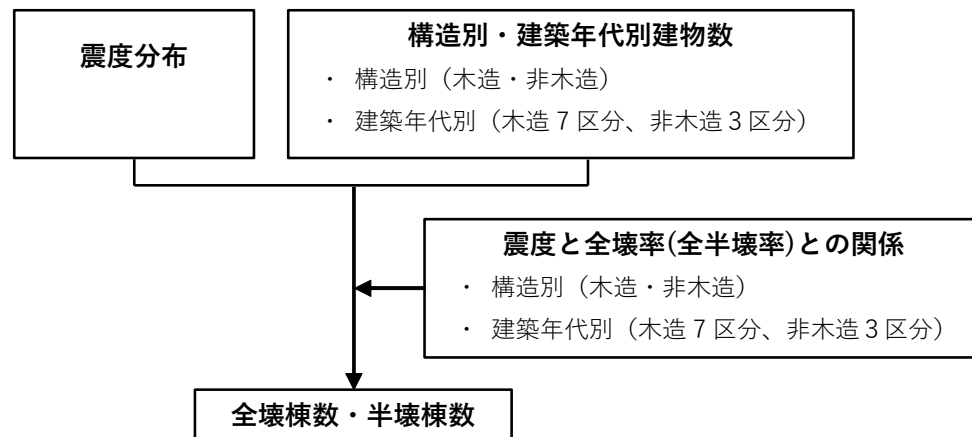
○基本的な考え方

$$\begin{aligned}(\text{揺れによる全壊棟数}) &= (\text{構造別・建築年代別の建物数}) \times (\text{震度と全壊率の関係}) \\(\text{揺れによる全半壊棟数}) &= (\text{構造別・建築年代別の建物数}) \times (\text{震度と全半壊率の関係}) \\(\text{揺れによる半壊棟数}) &= (\text{揺れによる全半壊棟数}) - (\text{揺れによる全壊棟数})\end{aligned}$$

○今回想定で採用する手法

- ・ 揺れによる建物被害は、熊本地震や胆振東部地震など過去の地震の調査結果から建築年代が古いほど被害率が高くなる傾向にある。
- ・ 揺れによる建物被害の想定では、建物を建築年代で分け、それぞれの震度と建物被害率との関係を用いて全壊棟数・半壊棟数を推定する手法を採用した。
- ・ 木造建物は、寒冷地の住宅は全国と比べて耐震性が高い可能性があるため、積雪のない季節は、北海道の住宅の耐震性を基に構築された震度と建物被害率の関係を採用した。
- ・ 冬においては、積雪荷重によって木造被害が発生しやすい状況にあると考えられるため、積雪荷重を考慮した震度と建物被害率の関係を採用した。
- ・ 積雪荷重は、道内の積雪状況から、多雪区域と多雪区域外の2つに分けて設定した。
- ・ 非木造建物は、中央防災会議の震度と建物被害率の関係を採用した。

【揺れによる建物被害の想定のプロロー】



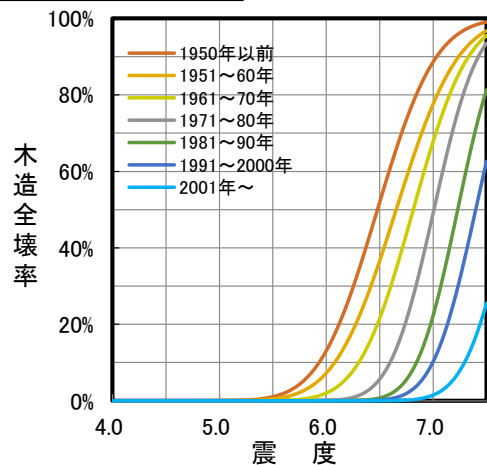
<参考> 建築基準法施行細則第17条第1項で規定される多雪区域
(垂直積雪量100センチメートル以上の区域)

1. 建物被害

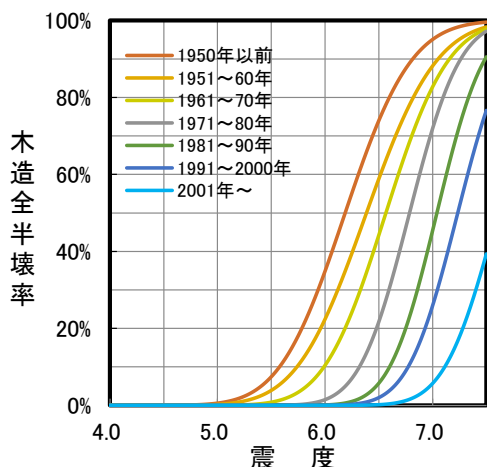
1. 2 揺れによる被害 (続き)

(1) 木造建物の震度と被害率との関係

通常期 (夏)

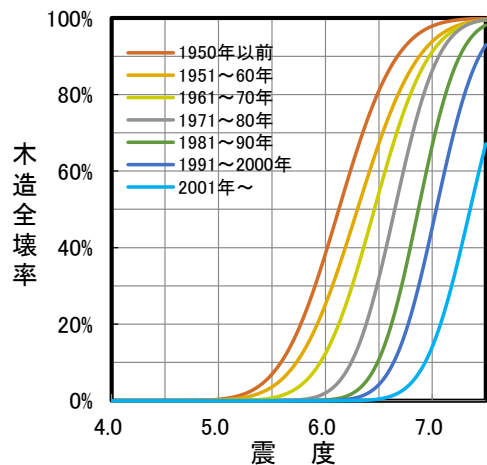


震度と全壊率との関係

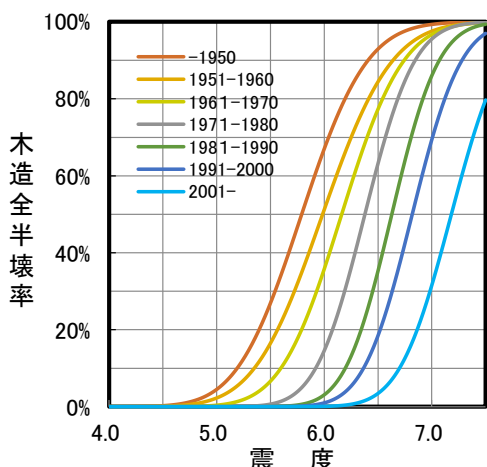


震度と全半壊率との関係

積雪期 (冬) (多雪区域)

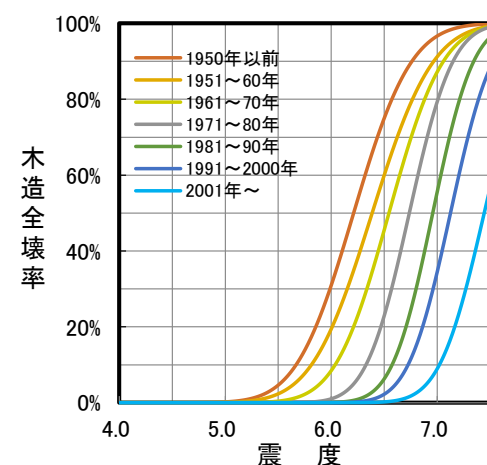


震度と全壊率との関係

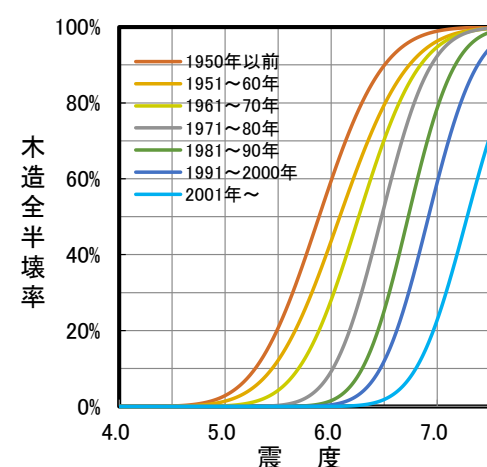


震度と全半壊率との関係

(多雪区域外)



震度と全壊率との関係

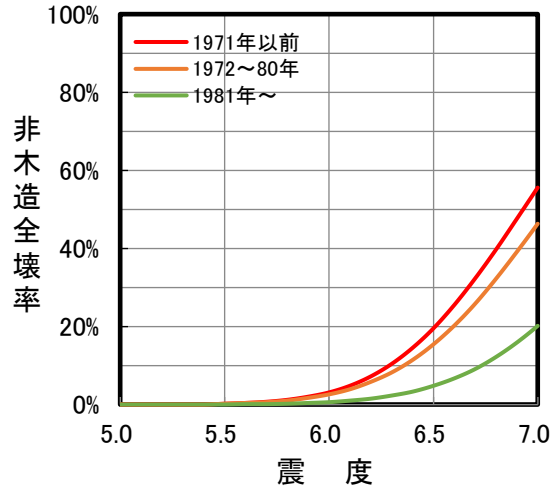


震度と全半壊率との関係

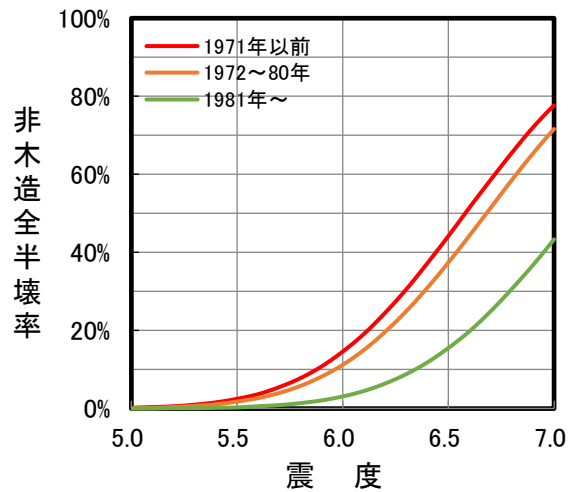
1. 建物被害

1. 2 揺れによる被害（続き）

（2）非木造建物の震度と被害率との関係



震度と全壊率との関係



震度と全半壊率との関係

1. 建物被害

1. 3 液状化による被害

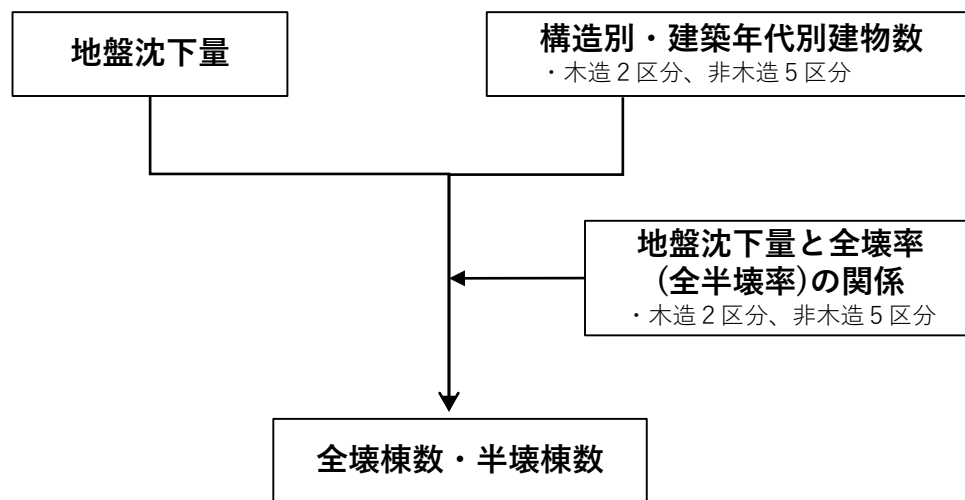
○基本的な考え方

$$\begin{aligned} \text{(液状化による全壊棟数)} &= \text{(構造別・建築年代別の建物数)} \times \text{(地盤沈下量と全壊率の関係)} \\ \text{(液状化による全半壊棟数)} &= \text{(構造別・建築年代別の建物数)} \times \text{(地盤沈下量と全半壊率の関係)} \\ \text{(液状化による半壊棟数)} &= \text{(液状化による全半壊棟数)} - \text{(液状化による全壊棟数)} \end{aligned}$$

○今回想定で採用する手法

- ・液状化による建物被害は、東日本大震災の浦安市での調査から、地盤沈下量が大きくなれば建物傾斜角が大きくなり、被害率に違いがみられるとの結果が報告されている。
- ・液状化による建物被害の想定では、地盤沈下量と建物被害率との関係を用いて全壊棟数・半壊棟数を推定する中央防災会議の手法を採用した。
- ・木造建物は、過去地震の被害傾向から「1980年以前」と「1981年以降」に設定されている。
- ・非木造建物は、液状化の影響を考慮し「杭なし」と「杭あり」に設定されている。
- ・阪神・淡路大震災の兵庫県での調査から、基礎被害を受け傾斜したものに建物の高さと短辺の比率(アスペクト比)の大きい小規模建物が多かった結果を踏まえて、「杭あり(アスペクト比の大きい小規模建物)」が設定されている。
- ・杭あり(アスペクト比の大きい小規模建物)は、建築年代別の被害傾向から「1974年以前」「1975-83年以前」「1984年以降」に設定されている。

【液状化による建物被害の想定のプロロー】



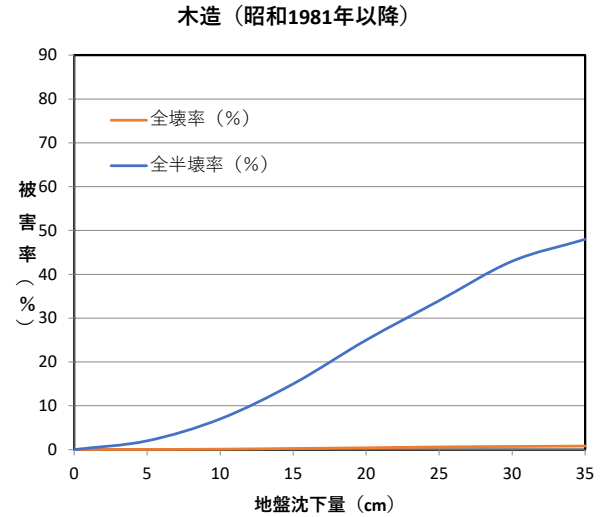
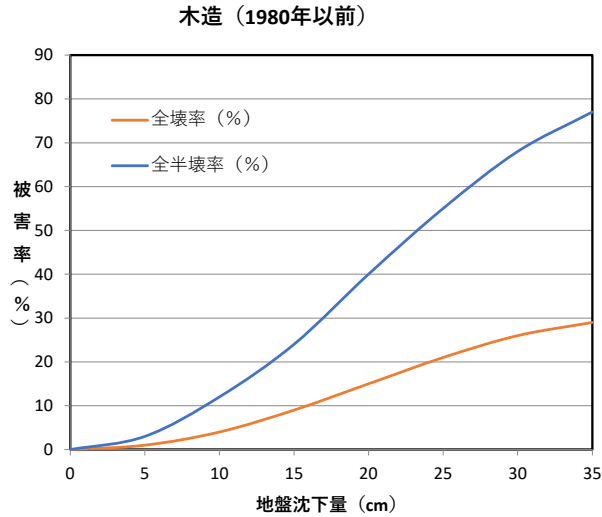
※杭ありの非木造建物は、中央防災会議の設定と同様に3階建て以上の非木造建物と設定

※アスペクト比の大きい小規模建物の割合は、中央防災会議の設定と同様に、杭ありの非木造建物の1割と設定

1. 建物被害

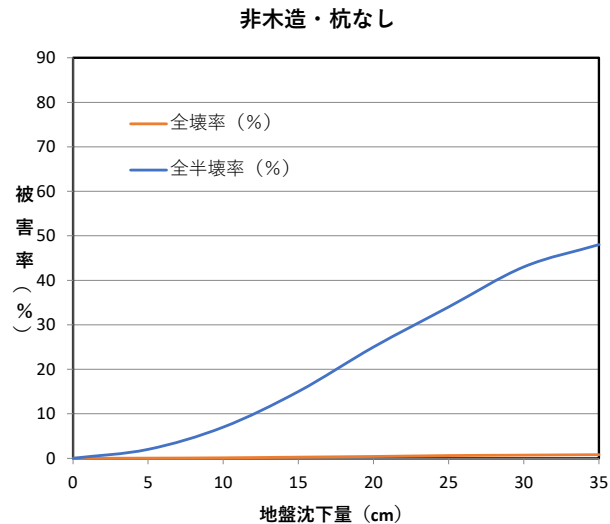
1. 3 液状化による被害（続き）

(1) 木造建物の地盤沈下量と建物被害率との関係



(2) 非木造建物の地盤沈下量と建物被害率との関係

① 杭なし

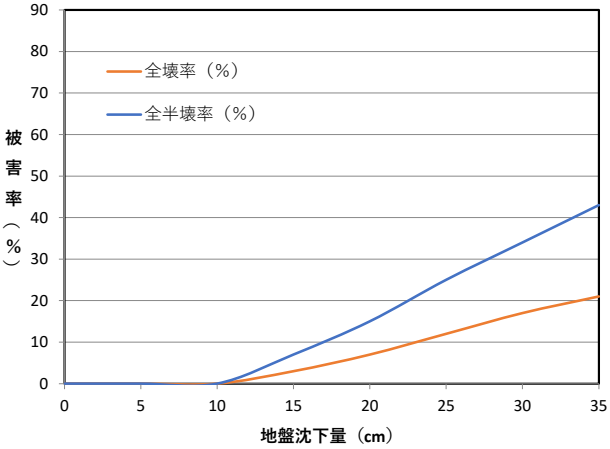


1. 建物被害

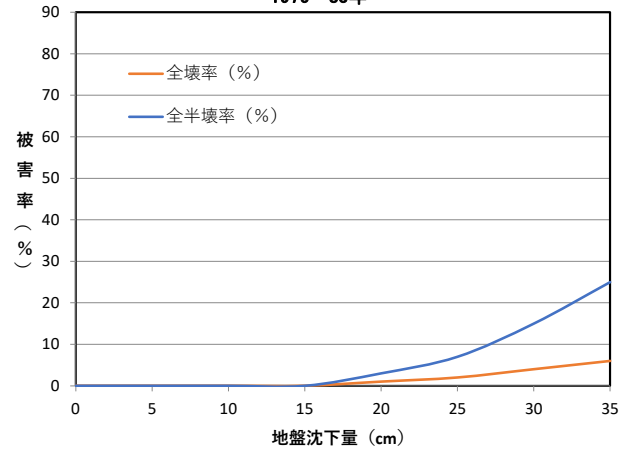
1. 3 液状化による被害 (続き)

②杭あり(アスペクト比の大きい小規模建物)

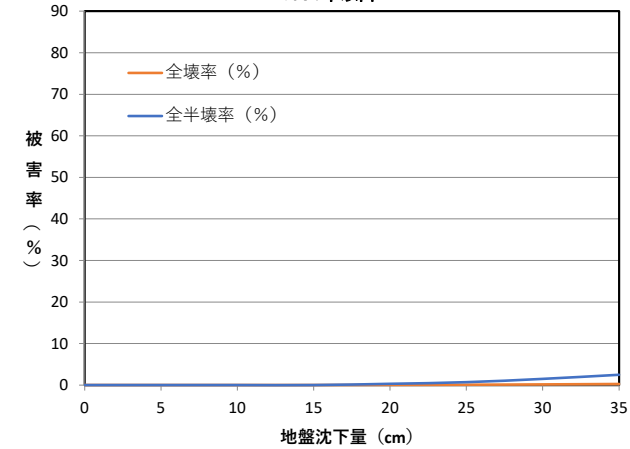
非木造・杭あり(アスペクト比の大きい小規模建物)
1974年以前



非木造・杭あり(アスペクト比の大きい小規模建物)
1975~83年



非木造・杭あり(アスペクト比の大きい小規模建物)
1984年以降



③杭あり(アスペクト比の大きい小規模建物以外)

- ・半壊以上の被害はないものとする

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

(急傾斜地崩壊による住家被害棟数)

$$= (\text{危険度箇所内の影響住家棟数}) \\ \times (\text{危険度ランク別崩壊確率}) \\ \times (\text{震度別人家被害率})$$

・危険度ランク別崩壊確率

宮城県沖地震(1978)での被害事例を参考に設定

危険度ランク	崩壊率
A (崩壊の可能性が高い)	59%
B (崩壊の可能性がある)	12%
C (崩壊の可能性が低い)	0%

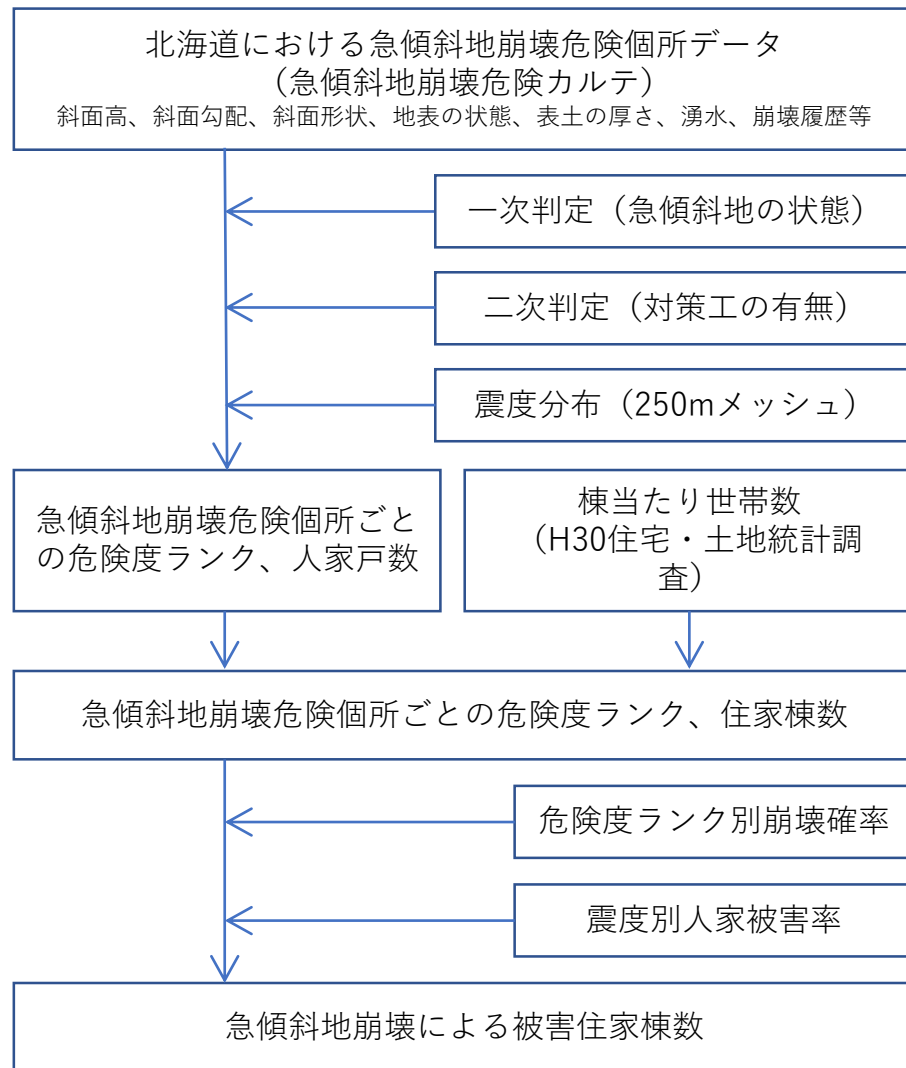
・震度別人家被害率

宮城県沖地震(1978)と伊豆大島近海地震(1978)での被害事例を参考に設定

	震度階級					
	~4	5弱	5強	6弱	6強	7
全壊率	0.0%	2.5%	5.5%	8.0%	11.0%	14.0%
半壊率	0.0%	6.0%	13.0%	19.0%	26.0%	33.0%

○今回想定で採用する手法

【急傾斜地崩壊による建物被害の想定のプロロー】



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

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

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%
事務所等その他事業所	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%
事務所等その他事業所	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%
事務所等その他事業所	0.0003%	0.0012%	0.0052%	0.0216%	0.177%
住宅・共同住宅	0.0010%	0.0034%	0.0109%	0.0351%	0.115%

②建物倒壊した場合の火気器具・電熱器具からの出火

- ・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

$$= \text{建物倒壊棟数}$$

$$\times \text{季節時間帯別の倒壊建物1棟あたり出火率}$$

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。

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

○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%

- ・なお、感震ブレーカー設置率国地域差が大きいことが想定されることから、ここでは感電ブレーカーの設置は考慮しないものとする。

1. 建物被害

1. 5 地震火災による被害（続き）

(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。

○今回想定で採用する手法

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

- ・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、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

○今回想定で採用する手法

- ・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。
- ・延焼は建物密度の高い地域において発生すると想定し、ここでは平成27年度国勢調査による人口集中地区（DID）を含む都市計画区域（ゾーン区域）を選定



延焼クラスターの例

- ・他の市町村は、基本的に延焼しないとし、炎上出火件数をそのまま焼失棟数とする。

$$\begin{aligned} &\text{各建物の焼失確率} = 1 - e^{-p} \quad (\text{p} = \text{クラスター内建物棟数} \\ &\times \text{クラスター内建物の出火確率の平気インチ}) \\ &\text{焼失棟数} = \sum \text{集計単位の建物の焼失確率} \end{aligned}$$

1. 建物被害

1. 6 津波火災による被害

○基本的な考え方

(津波による出火件数) = (①車両火災件数) + (②その他の火災件数)

- ①車両火災件数：浸水建物数、世帯当たり所有車台数より推計
- ②その他の火災件数：浸水建物数、プロパン使用率より推計

・東日本大震災で発生した津波火災の実績に基づいて、津波による出火件数を定量的に推計する。

○今回想定で採用する手法

- ・廣井（2014）※が示した下記の手法によって津波による出火件数を推計する。
- ・「車両からの出火による津波火災」と「車両火災以外の津波火災」は発生メカニズムが異なるため、出火件数を別々に算出して合算する。
- ・東日本大震災の市町村別発生実績から推定された推計式は以下の通りである。

(津波火災件数) = (①車両火災件数) + (②その他の火災件数)

(①車両火災件数) = (世帯当たり所有車台数) × (浸水建物数) × 0.000024 - 0.798

(②その他の火災件数) = (浸水建物数) × 0.000264 + (プロパン使用率) × 1.080

※ 廣井悠. 津波火災に関する東日本大震災を対象とした質問紙調査の報告と出火件数予測手法の提案. 地域安全学会論文集(24). pp.111-121. 2014

1. 建物被害

1. 7 屋外落下物の発生

○基本的な考え方

(屋外落下物が生じる建物棟数)
 = (屋外落下物が想定される建物棟数) × (落下率)
 = { (揺れによる全壊棟数) + (揺れによって全壊しない非木造建物棟数) × (落下物が発生する危険性のある棟数比率) } × (落下率)
 ※屋外落下物は震度6弱以上のエリアで発生しうると想定

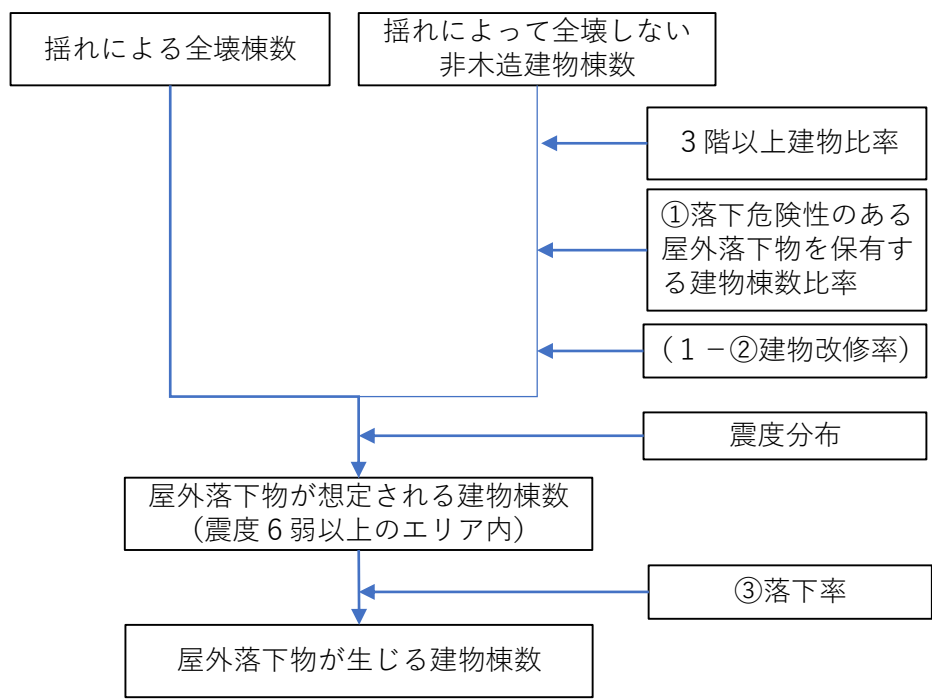
- 東京都 (H9) を参考に、全壊する建物及び震度6弱以上の地域における3階建て以上の非木造建物のうち落下危険物を有する建物から、落下物の発生が想定される建物棟数を算定。
- 揺れによって全壊する建物については、すべての建物が落下物の発生が想定されるものとする。
- 揺れによって全壊しない建物のうち落下が想定される建物棟数は、震度6弱以上のエリア内の3階以上の非木造建物棟数に、落下物を保有する建物棟数比率と安全化指導実施による建物改修率を掛けることで算定

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、地域によって大きな違いがないと想定されることから東京都の調査結果 (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%

○今回想定で採用する手法



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。

(落下率) (%) = -12.6 + 0.07 × (地表最大加速度) (gal) 14

2. 人的被害

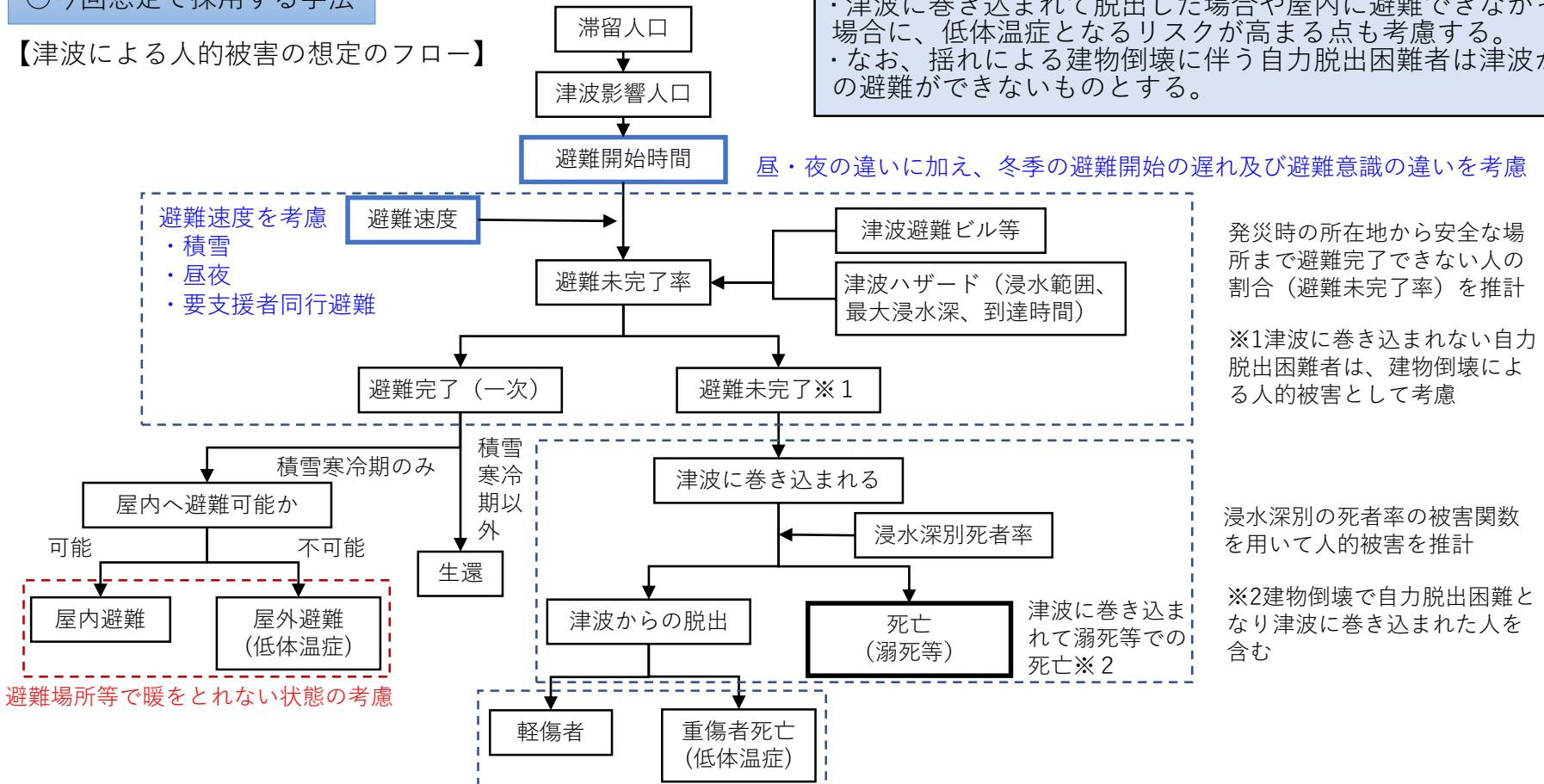
2. 1 津波による被害

○基本的な考え方

(津波による死者数) =
 (津波影響人口) × (避難未完了率) × (浸水深別死者率)
 ※低体温症による死者についても別途定量評価

○今回想定で採用する手法

【津波による人的被害の想定のプロフロー】



・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
 ・津波に巻き込まれて脱出した場合や屋内に避難できなかった場合に、低体温症となるリスクが高まる点も考慮する。
 ・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。

昼・夜の違いに加え、冬季の避難開始の遅れ及び避難意識の違いを考慮

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）を推計

※1津波に巻き込まれない自力脱出困難者は、建物倒壊による人的被害として考慮

浸水深別の死者率の被害関数を用いて人的被害を推計

※2建物倒壊で自力脱出困難となり津波に巻き込まれた人を含む

津波に巻き込まれて濡れた状態の考慮の検討

2. 人的被害

2. 1 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、中央防災会議による次表の避難パターンを設定する。

表 避難パターン別避難行動の割合

	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	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	70%	30%	0%
早期避難者比率が高い場合 (早期避難率高)	70%	20%	10%
早期避難者率が低い場合 (早期避難率低)	20%	50%	30%

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道路ネットワークによる避難距離を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

建物があるメッシュのうち津波浸水深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

自治体により定められた避難施設のうち浸水域外に立地するもの（避難施設）と道路と浸水域メッシュ・非浸水域メッシュ境界との交点（道路上）を設定

③避難ルートの作成と避難距離の算定

各避難元から、最寄りの避難先までの道路上のルートを作成する。避難距離は次式で計算する。

$$\text{避難距離} = \text{建物から道路までの直線距離} + \text{避難ルートの距離}$$

避難ルートの距離：各ルートの始点から最後に浸水域（浸水深30cm以上）を脱出するまでの距離

※避難先が避難施設となる場合は、道路から避難施設までの直線距離も加える。

④避難完了所要時間の算定

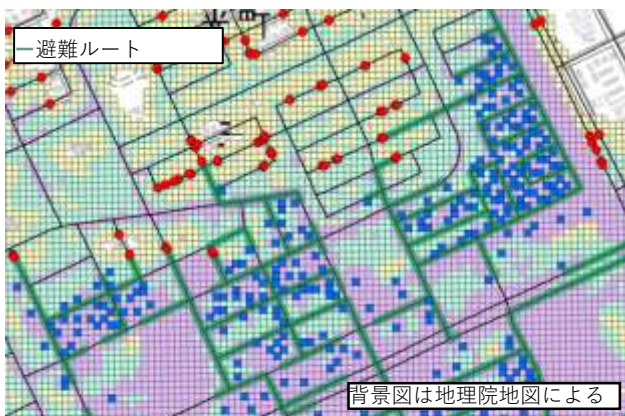
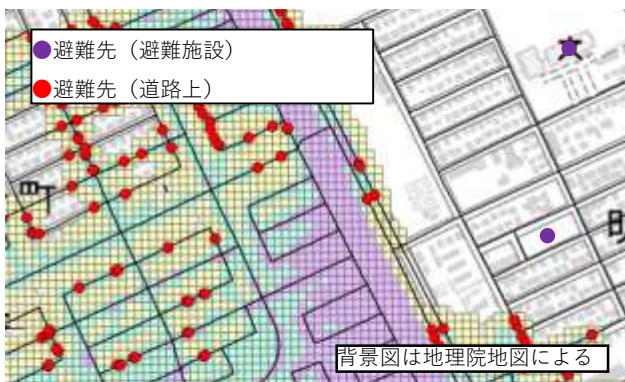
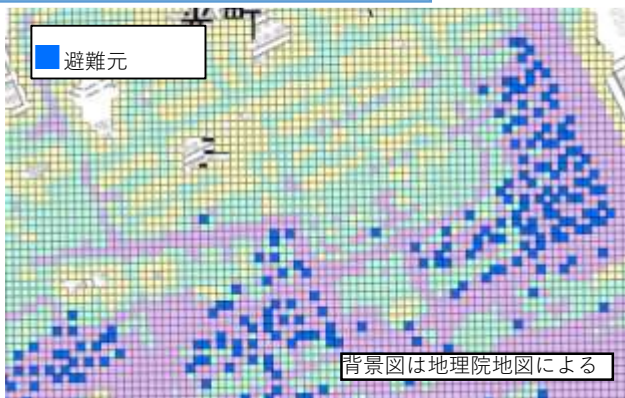
各要避難メッシュについて、避難距離を避難速度（次ページ参照）で割って避難完了所要時間を算出。

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。

2. 人的被害

2. 1 津波による被害（続き）



避難開始時間

	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)	
昼	5分※1→7分(冬季)※3	15分→17分(冬季)	津波が到達してから避難
夜	10分※2→12分(冬季)	20分→22分(冬季)	

※1 巨大地震の場合は揺れが5分程度継続する可能性があるため（避難は揺れが収まってから）

※2 寝間着からの着替え等のため昼間より+5分と仮定

※3 防寒着の着用等でさらに+2分と仮定

徒歩による避難速度

	健常者中心	避難行動要支援者同行
非積雪時	2.43km/h (0.68m/s)	1.69km/h (0.47m/s)
積雪時	1.94km/h (0.54m/s)	1.35km/h (0.38m/s)

- ・健常者の避難速度と避難行動要支援者同行の避難速度は、東日本大震災の実績から8:2の人数割合であったとして設定。積雪時の避難速度は、東日本大震災の平均避難速度から2割低下
- ・夜間（暗い場合）の避難速度については、足元が見えにくい等の理由から昼間の8割に設定。

高層階滞留者の考慮（用途地域内のみ）

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

- ・最大浸水深別の避難対象者を次のように設定する。

2. 人的被害

2. 1 津波による被害（続き）

③浸水深別死者率

・避難完了の判定で津波から逃げきれずに巻き込まれたと判定された場合の生死について、中央防災会議の設定した下図の死者率と浸水深の被害関数を用いて推計する。

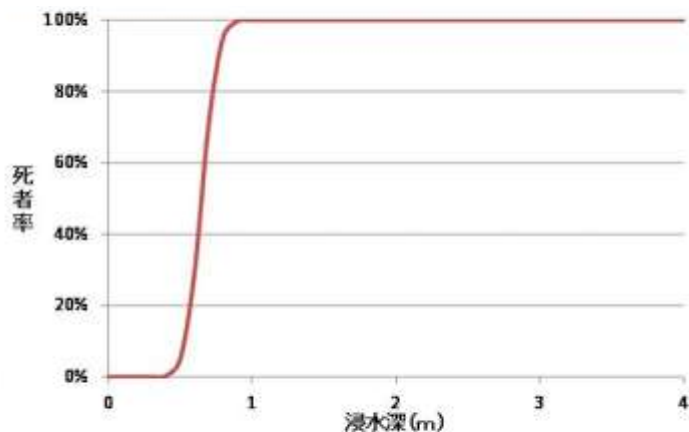


図 浸水深別死者率

・なお、津波に巻き込まれたと判定された場合は、生存した人も全員が負傷するものと仮定し、中央防災会議が設定した生存者の数を重傷者数：軽傷者数=12：88として振り分けることで負傷者を算出する。

④低体温症の考慮（重傷者）

・津波に巻き込まれ濡れたままの状態では動けない重傷者は、より短時間で低体温症等になり、救助が間に合わずに死亡すると設定。

⑤低体温症の考慮（重傷者以外）

$$\text{（低体温症要対処者数）} = \text{屋外避難者数}$$

「屋外避難」の低体温症要対処者数（低体温症等により、体を暖める等の処置をしない場合は死亡につながるリスクが高まる人）を、以下の方法で評価する。

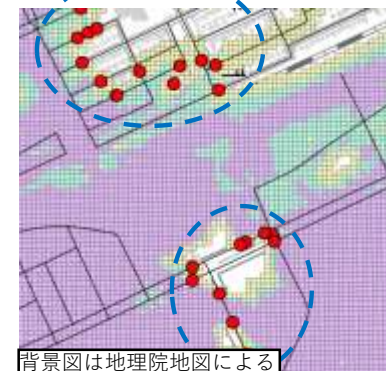
①避難先が避難施設の場合

- ・避難先が建物→**屋内避難**
- ・避難先が学校のグラウンド等→隣接する学校に避難できるので**屋内避難**
- ・避難先が公園等
 - 高台の道路に接続しており、そこから避難先となりうる建物（商業施設・公共施設等）に移動できる→**屋内避難**
 - 高台の道路に接続していないor高台の道路に接続していてもそこから避難先となりうる建物に移動できない→**屋外避難**

屋内避難

②避難先が道路上の場合

- ・内陸部に通り抜けられる→**屋内避難**
- ・30cm以上の浸水域に囲まれている又は道路が行き止まりで内陸部に通り抜けできない→囲まれている範囲内に避難先となりうる建物商業施設・公共施設等）あり→**屋内避難**
- 囲まれている範囲内に避難先となりうる建物がない→**屋外避難**



屋外避難

2. 人的被害

2. 1 津波による被害（続き）

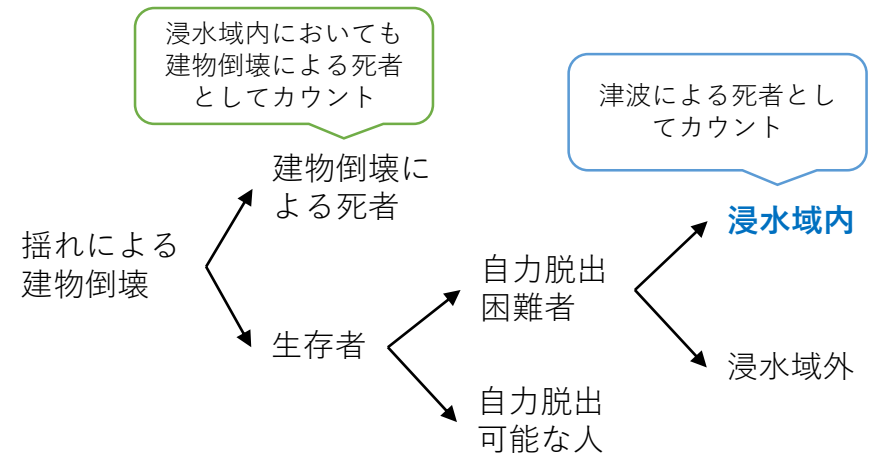
★津波避難ビル・タワーへの避難の設定方法

・津波避難ビルの指定が進むことで津波避難ビルの圏域が相互に重なり合うことから、収容者の複数カウントを避ける方法で津波避難ビル・タワーへの避難効果を推計する。

- ① 各避難距離に応じたバッファ（避難圏域）を統合する。ここで各避難距離は人的被害の計算と同様の速度を用いる。なお、避難時間は人的被害の計算で用いる津波避難ビルのあるメッシュにおける避難開始時間を用いる。夜間の遅れも同様に考慮する。
- ② 各バッファ内の死者を集計する。
- ③ 各バッファ内の避難ビルの収容者数を集計する。
- ④ 避難パターン別避難行動の割合から、避難行動別の死者数を求める。
- ⑤ 各バッファの収容者数に避難パターン別避難行動の割合を乗じ、避難行動別の収容者数を求める。
- ⑥ ④と⑤を比較し少ない方を津波避難ビルによる死者低減効果とする。

★揺れによる建物倒壊に伴う死者数や自力脱出困難者の扱いについて

- ・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（津波による人的被害からは除く）。
- ・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）。



2. 人的被害

2. 2 建物倒壊による被害

・木造建物と非木造建物では人的被害の発生の様相が異なることから、木造建物と非木造建物を区別し、死者数・負傷者数を想定する。

(1) 木造建物

○基本的な考え方

(倒壊による死傷者数)

$$= (\text{時刻別の木造滞留人口}) \times (\text{建物損傷度別の被害率}) \times (\text{倒壊で損失した空間の割合}) \times (\text{ISS別負傷発生確率})$$

(倒壊による死者数) = (倒壊による死傷者数) × (ISS別死亡率) × (死亡率係数)

(倒壊による負傷者数) = (倒壊による死傷者数) - (倒壊による死者数)

○今回想定で採用する手法

・木造建物の倒壊による人的被害の想定では、死傷者の低減対策や医療対応の検討を可能とするため、より詳細な負傷程度を示すISSを指標として人的被害を推定する岡田・中嶋の人体損傷度関数を採用した。

・これは、揺れによる建物の崩壊形態(建物損傷度)を考慮し、負傷程度(ISS)別に人的被害を推定する手法である。

・ISS(Injury Severity Score)とは外傷患者の評価法で、外傷の重症度を数値(1~75)で表すものである。

・ISSの数値と負傷程度との関係を右表に示す。被害想定では3~9を軽傷者、9~75を重傷者と定義した。

・建物損傷度は、岡田・高井により提案されている建物被害状況を示す指標であり、右図のように表される。

表 ISSの数値と負傷程度との関係

負傷程度 ISS	負傷なし 3未満	軽傷・中等症 3以上 ~9未満	重症 9以上 ~16未満	重篤 16以上 ~25未満	瀕死 25以上 ~41未満	死亡相当 41以上 ~75
被害想定 負傷程度	負傷なし	軽傷	重傷			

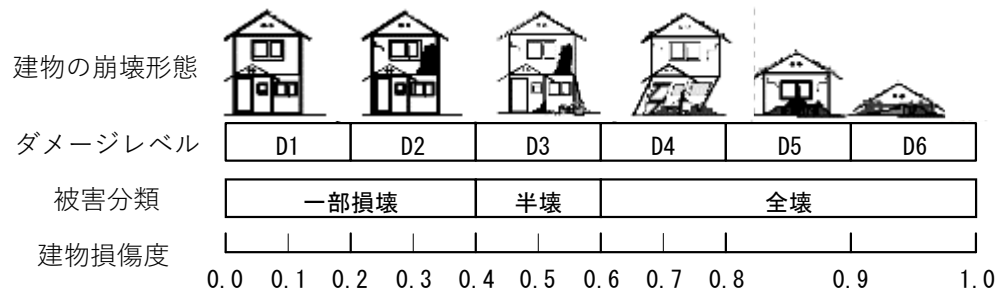
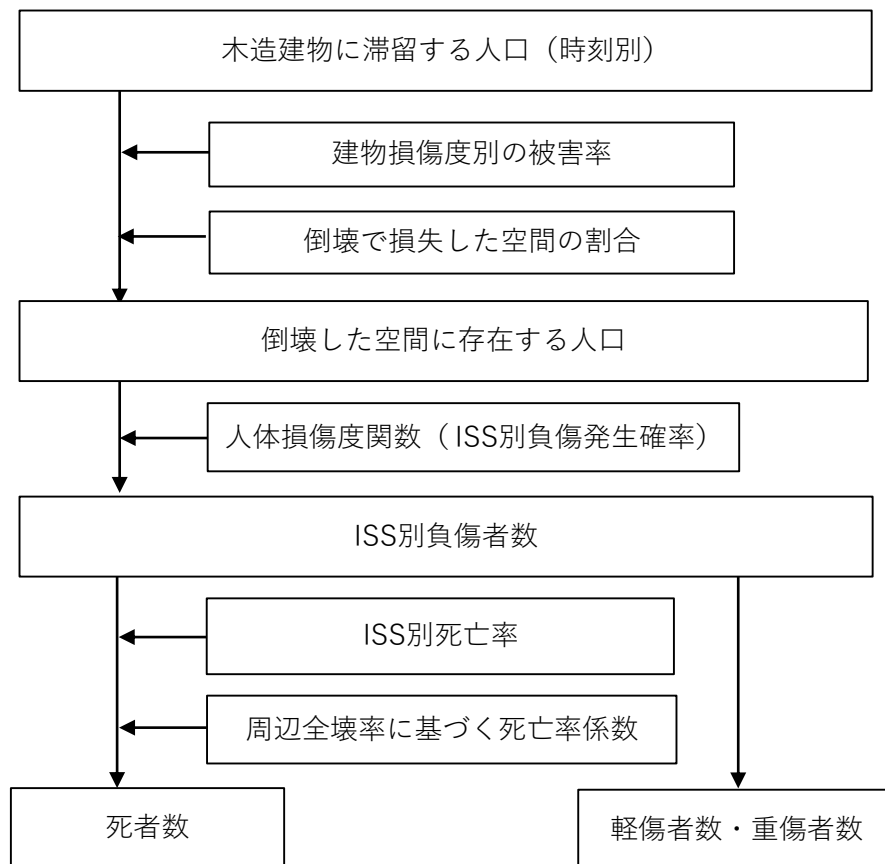


図 破壊パターンと建物損傷度 (岡田・高井)

2. 人的被害

2. 2 建物倒壊による被害（続き）

【建物倒壊による死者数・軽傷者数・重傷者数の想定のプロロー】



2. 人的被害

2. 2 建物倒壊による被害（続き）

（2）非木造建物

○基本的な考え方

（倒壊による死者数） = （全壊棟数） × （死者率） × （非木造建物内滞留率）

（倒壊による負傷者数） = （全半壊棟数） × （負傷率） × （非木造建物内滞留率）

（倒壊による重傷者数） = （全半壊棟数） × （重傷率） × （非木造建物内滞留率）

（倒壊による軽傷者数） = （倒壊による負傷者数） - （倒壊による重傷者数）

○今回想定で採用する手法

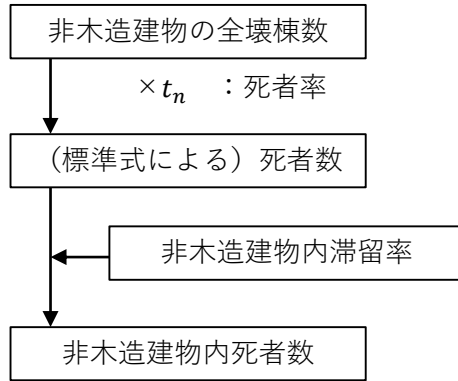
- ・非木造建物の倒壊による人的被害の想定では、揺れによる建物被害数と死傷者率を用いて死傷者数を推定する中央防災会議の手法を採用した。

2. 人的被害

2. 2 建物倒壊による被害（続き）

①倒壊による死者数

【建物倒壊による死者数の想定のプロロー】



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

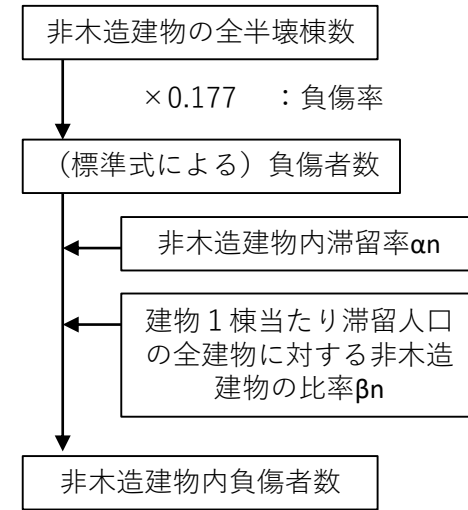
(非木造建物内滞留率)
 $= (\text{発生時刻の非木造建物内滞留人口}) / (\text{朝5時の非木造建物内滞留人口})$

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

P_{w0} : 夜間人口 (木造) P_{n0} : 夜間人口 (非木造)
 B_w : 建物棟数 (木造) B_n : 建物棟数 (非木造)

②倒壊による負傷者数

【建物倒壊による負傷者数の想定のプロロー】



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

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

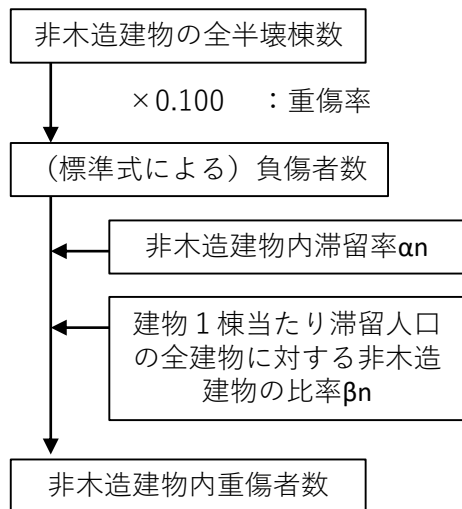
(建物1棟当たり滞留人口の全建物に対する非木造建物の比率) β_n
 $= (\text{非木造建物1棟当たりの滞留人口}) / (\text{全建物1棟当たりの滞留人口})$

2. 人的被害

2. 2 建物倒壊による被害（続き）

③倒壊による重傷者数

【建物倒壊による重傷者数の想定のプロロー】



$$\begin{aligned} & \text{(非木造建物における重傷者数)} \\ & = 0.100 \times (\text{揺れによる非木造全半壊棟数}) \times \alpha n \times \beta n \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{(非木造建物内滞留率) } \alpha n \\ & = (\text{発生時刻の非木造建物内滞留人口}) / (\text{朝 5 時の非木造建物内滞留人口}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{(建物 1 棟当たり滞留人口の全建物に対する非木造建物の比率) } \beta n \\ & = (\text{非木造建物 1 棟当たりの滞留人口}) / (\text{全建物 1 棟当たりの滞留人口}) \end{aligned}$$

2. 人的被害

2. 3 急傾斜地崩壊による被害

○基本的な考え方

(急傾斜地崩壊による被害人口)

$$= (\text{人的被害発生率}) \times (\text{被災戸数}) \\ \times (\text{木造建物1戸あたり存在者数} / 3.51)$$

※3.51：東伊豆町・河津町における1世帯あたり人員

・人的被害発生率

伊豆大島近海地震（1978）を参考に設定

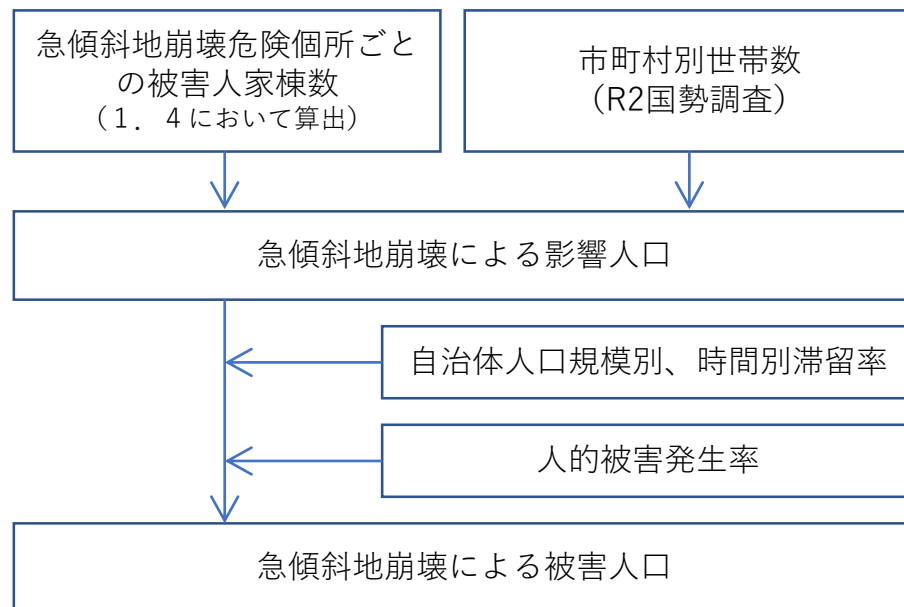
	人的被害発生率
死者	8.7%
重傷者	14.8%
軽傷者	47.4%

・木造建物1棟あたり存在者数

$$(\text{市町村ごと1世帯あたり人員}) \times (\text{滞留率})$$

○今回想定で採用する手法

【急傾斜地崩壊による死傷者数の想定フロー】



2. 人的被害

2. 4 屋内収容物移動・転倒、屋内落下物による被害

- ・木造建物と非木造建物の別で屋内転倒物等による死者数・負傷者数を想定する。

(1) 木造建物

○基本的な考え方

$$\begin{aligned} & \text{(家具転倒による死者数)} = \text{なし} \\ & \text{(家具転倒による負傷者数)} \\ & \quad = \text{(時刻別の木造滞留人口)} \times \text{(建物損傷度別の被害率)} \times \text{(室内空間の残存率)} \times \text{(AIS別負傷発生確率)} \\ & \quad \quad \times \text{(避難行動率)} \times \text{(家具転倒領域重複率)} \times \text{(家具転倒防止による補正率)} \end{aligned}$$

○今回想定で採用する手法

- ・木造建物の家具転倒による人的被害の想定では、室内対策の実施による負傷者の低減効果を検討できるように、家具転倒による負傷の発生過程を考慮した高橋・岡田・中嶋による人体損傷度関数の方法を採用した。
- ・AIS(Abbreviated Injury Scale)とは身体の部位ごとの外傷の程度を表す数値で、1~6段階の重症度で表される。
- ・AISを参考に、6の死亡を除き、無傷の0を加えた0~5の6段階の重症度で表すこととする。被害想定では0~2を軽傷者、3~5を重傷者と定義した。
- ・建物損傷度は、木造建物の倒壊による人的被害の想定と同様の考え方である。

表 AISの数値と負傷程度との関係

負傷程度 AIS	無傷 0	軽症 1	中症 2	重症 3	重症 4	致命的 5
被害想定 負傷程度	軽傷			重傷		

2. 人的被害

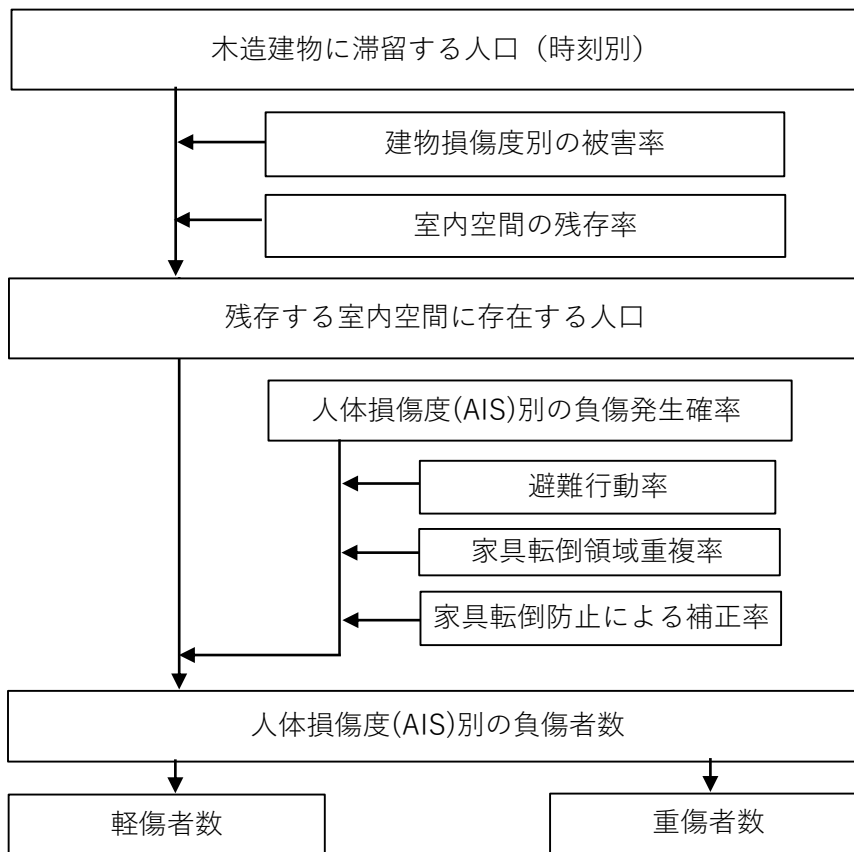
2. 4 屋内収容物移動・転倒、屋内落下物による被害（続き）

①家具転倒による死者数

・家具転倒による死者はなしとする。

②家具転倒による負傷者数

【建物倒壊による負傷者数・重傷者数の想定のプロロー】



※北海道の家具類の転倒防止実施率は防災に関する世論調査(内閣府、平成29年11月調査)によると39.6%。
負傷率が39.6%低減すると仮定し、家具転倒防止による補正率を0.604とした。

※家具転倒領域からの避難行動を勧奨し、時間帯別の避難行動率は深夜:1.0、12時・18時: 0.25と設定される。

2. 人的被害

2. 4 屋内収容物移動・転倒、屋内落下物による被害（続き）

（2）非木造建物

○基本的な考え方

（屋内転倒物・落下物等による死傷者数）

= (被害状況別の建物棟数) × (屋内滞留人口) × (震度別の屋内転倒物・屋内落下物等による死傷者率)

※発生時間帯別の起きている人の割合を考慮して補正

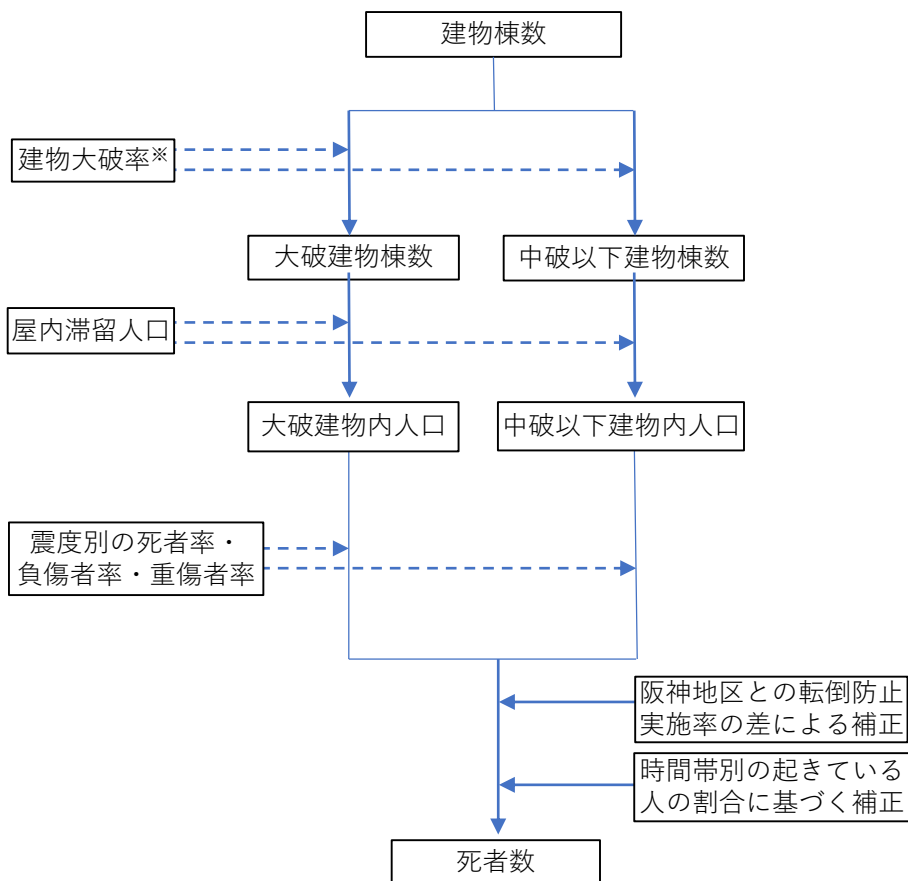
○今回想定で採用する手法

・非木造建物の屋内転倒物等による人的被害の想定では、被害建物内の滞留人口と屋内転倒物・落下物等による震度別の死傷者率を用いて、死傷者数を推定する中央防災会議の手法を採用した。

2. 人的被害

2. 4 屋内収容物移動・転倒、屋内落下物による被害（続き）

【屋内転倒物等による死傷者数の想定フロー】



※ここで非木造大破率＝非木造全壊率

※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。北海道の家具類の転倒防止実施率は39.6％であるため、補正係数を0.74と計算される。

※震度別死傷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。

①屋内転倒物

表 屋内転倒物による死傷者率
(大破の場合)

震度	死者率	負傷者率	重傷者率
7	0.192%	3.69%	0.995%
6強	0.156%	3.00%	0.809%
6弱	0.0688%	1.32%	0.357%
5強	0%	0.276%	0%
5弱	0%	0.0310%	0%

表 屋内転倒物による死傷者率
(中破以下の場合)

震度	死者率	負傷者率	重傷者率
7	0.000579%	0.112%	0.0303%
6強	0.000471%	0.0809%	0.0218%
6弱	0.000208%	0.0402%	0.0109%
5強	0.0000433%	0.00839%	0.00226%
5弱	0.00000487%	0.000943%	0.000255%

②屋内落下物

表 屋内落下物による死傷者率
(大破の場合)

震度	死者率	負傷者率	重傷者率
7	0.0476%	1.76%	0.194%
6強	0.0351%	1.23%	0.135%
6弱	0.0198%	0.566%	0.0623%
5強	0%	0.266%	0%
5弱	0%	0.133%	0%

表 屋内落下物による死傷者率
(中破以下の場合)

震度	死者率	負傷者率	重傷者率
7	0.000164%	0.0613%	0.00675%
6強	0.000121%	0.0428%	0.00471%
6弱	0.0000682%	0.0197%	0.00216%
5強	0.0000404%	0.00926%	0.00102%
5弱	0.0000227%	0.00463%	0.000509%

③屋内ガラス被害

表 屋内ガラス被害による死傷者率

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

2. 人的被害

2. 5 火災による被害

○基本的な考え方

(火災による死者数)
= (炎上出火家屋内から逃げ遅れた死者数)
+ (閉込めによる死者数) + (延焼火災による死者数)
(火災による負傷者数)
= (炎上出火家屋内から逃げ遅れた負傷者数)
+ (延焼火災による負傷者数)
※発生時間帯別の屋内滞留人口を考慮して補正

・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
a) 炎上出火家屋内からの逃げ遅れ	出火直後：突然の出火により逃げ遅れた人 (揺れによる建物倒壊を伴わない)
b) 倒壊後に焼失した家屋内の救出困難者 (生き埋め等)	出火直後：揺れによる建物被害で建物内に閉じ込められた後に出火し、逃げられない人
	延焼中：揺れによる建物被害で建物内に閉じ込められた後に延焼が及び、逃げられない人
c) 延焼拡大時の逃げまどい	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

2. 人的被害

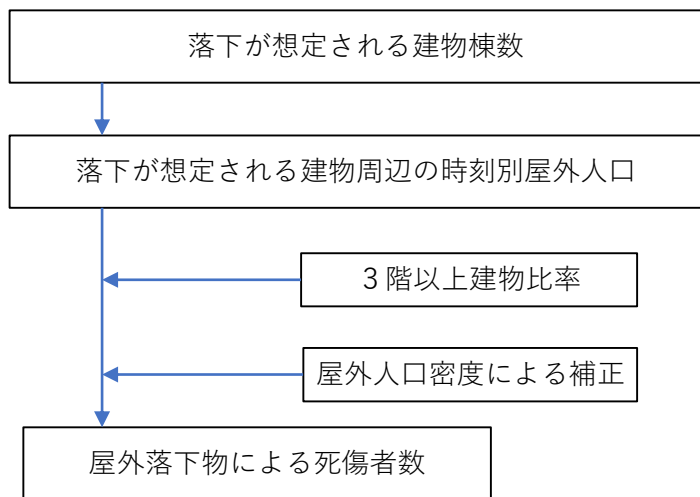
2. 6 屋外落下物による被害

○基本的な考え方

((屋外落下物による死傷者数)
 = (落下が想定される建物周辺の屋外人口) × (死傷者率)
 ※発生時間帯別の屋外人口を考慮して補正

- 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



- (死傷者数) = (死傷者率) × { (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) / (市区町村別建物棟数) × (市区町村別時刻別移動者数) } × ((市区町村別屋外人口密度) / 1689.16 (人/km²))

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%	0.7000%	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。

2. 人的被害

2. 7 揺れによる建物被害に伴う要救助者（自力脱出困難者）

- ・木造建物と非木造建物の別で建物倒壊による自力脱出困難者数を想定する。

(1) 木造建物

○基本的な考え方

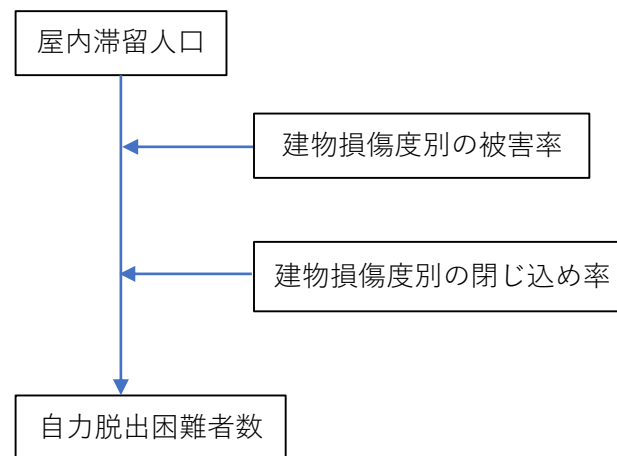
(自力脱出困難者数) = (時刻別の木造滞留人口) × (建物損傷度別の被害率) × (建物損傷度別の身体的閉じ込め率)

○今回想定で採用する手法

- ・木造建物の倒壊による自力脱出困難者の想定では、村上・竹田による阪神・淡路大震災の身体的閉じ込め率のデータから、建物損傷度毎の閉じ込め率を下記の表のように設定した。

被害程度	全 壊		
	D 4	D 5	D 6
ダメージレベル	D 4	D 5	D 6
建物損傷度	0.6~0.8	0.8~0.9	0.9~1.0
閉じ込め率	7.9%	7.9%	27.7%

【自力脱出困難者の想定のフロー】



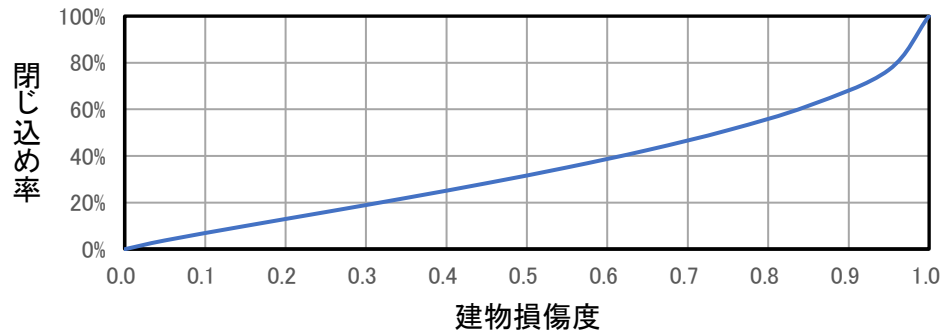
(参考) 家具転倒などによる空間的閉じ込めによる脱出困難者

家具の転倒・散乱などにより出口までの歩行が困難な状況（空間的閉じ込め）を理由とした自力脱出困難者について、角田・岡田らが村上・竹田の調査データに基づいて設定した木造建物の建物損傷度と閉じ込め率の関係を下図に示す。

○基本的な考え方

(家具転倒などによる自力脱出困難者数)

$$= (\text{時刻別の木造滞留人口}) \times (\text{建物損傷度別の被害率}) \times (\text{建物損傷度別の空間的閉じ込め率})$$



建物損傷度別の空間的閉じ込め率

閉じ込めの定義（村上・竹田）

	状況
空間的閉じ込め	①家具等の転倒・散乱により、出口までの歩行が困難 ②家屋の変形により、ドアなどが開かず出口までの歩行が困難 ③柱や梁などの落下により出口までの歩行が困難
身体的閉じ込め	①～③の状況に加え、柱や梁などの落下によって身体が拘束された場合

2. 人的被害

2. 8 津波被害に伴う要救助者

○基本的な考え方

(要救助者数)

= (中高層階滞留者のうち、最大浸水深より高い階の滞留者)

(要搜索者数 (最大)) = (津波による死傷者数)

- ・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。

○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で切迫避難する人については、津波の最大浸水深よりも高い階の居住者はその場にとどまることを考慮しており、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1 m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1 m以上の地域で発生するものとする。

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

3. 生活への影響

3. 1 津波浸水地域における地震発生直後（3日間）における想定避難者

○基本的な考え方

$$(\text{津波浸水域における避難者}) = (\text{浸水域内人口}) - (\text{死者数}) - (\text{重傷者数})$$

○今回想定で採用する手法

・津波浸水地域における避難者数を算出する。なお、浸水域内人口は避難指示は想定される浸水域内全域に発令されることが考えられるため、各津波モデルの最大範囲を合わせたものを津波浸水域とする。

①全壊建物、半壊建物

・全員が避難する。※半壊建物も、屋内への漂流物等により、自宅では生活不可

②一部損壊以下の被害建物（床下浸水を含む）

・津波警報に伴う避難指示により全員が避難する。

③避難所避難者と避難所外避難者・疎開者等

・**避難所避難者：避難所外避難者＝2：1**

④死者・重傷者は避難者数から除く

3. 生活への影響

3. 2 避難者数

○基本的な考え方

(内陸部(津波浸水域外)の避難者数) = (全半壊建物からの避難者数) + (ライフライン支障による避難者数)
(津波浸水域における避難者数) (発生後1日後まで) : 浸水域内の全員が避難
(発生後2日目以降) : 内陸部(津波浸水域外)と同様に設定

○今回想定で採用する手法

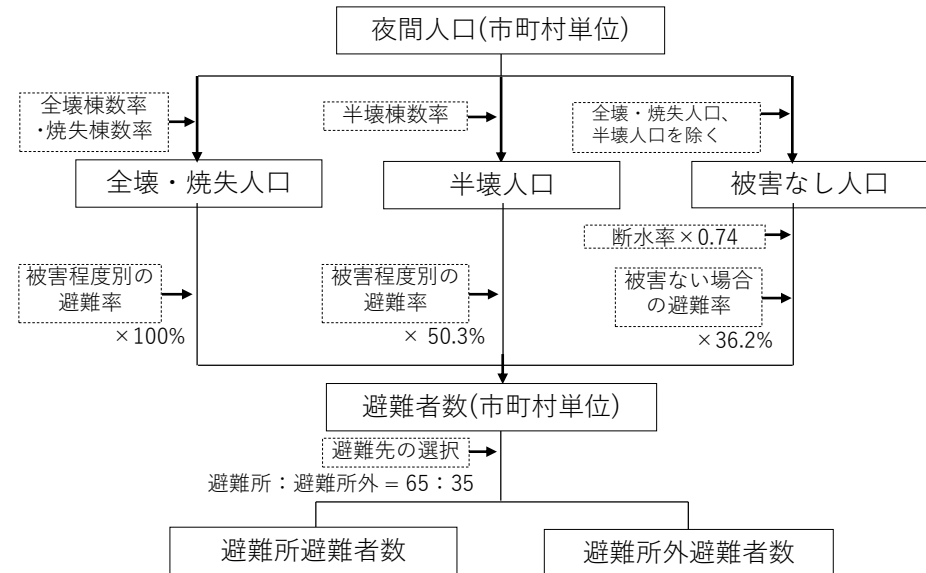
- 津波浸水域と津波被害の影響を受けない範囲(内陸部)の避難者数を区分して算出する。

(1) 内陸部(津波浸水域外)の避難者数

- 内陸部避難者数は、被害程度別に避難率を設定する方法で計算する。
- 室崎・流郷による兵庫県南部地震における住民アンケート結果から、避難率は全壊が100%、半壊が50.3%、被害軽微・なしが36.2%、避難所へ避難する人と避難所以外へ避難する人の割合は65:35と設定する。
- 住宅に被害が生じていない世帯の避難者数は、断水を指標として推定する。ただし飲料水の家庭内備蓄の割合26%を考慮し、断水率を0.74倍に補正する。

※被害程度別の人口は、揺れ・液状化・急傾斜地・火災被害の重複を除去して推計する。

【内陸部(津波浸水域外)の避難者数の想定フロー】



3. 生活への影響

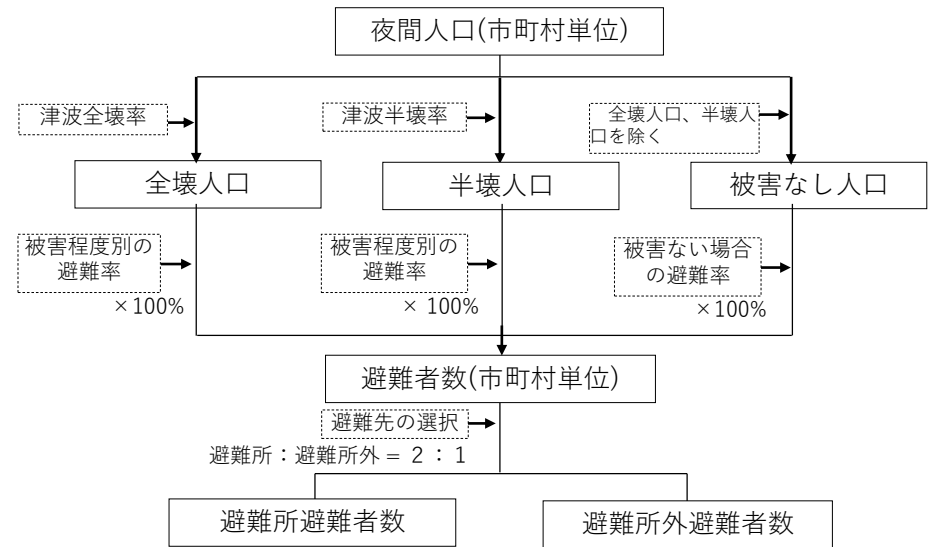
3.2 避難者数（続き）

(2) 津波浸水域における避難者数

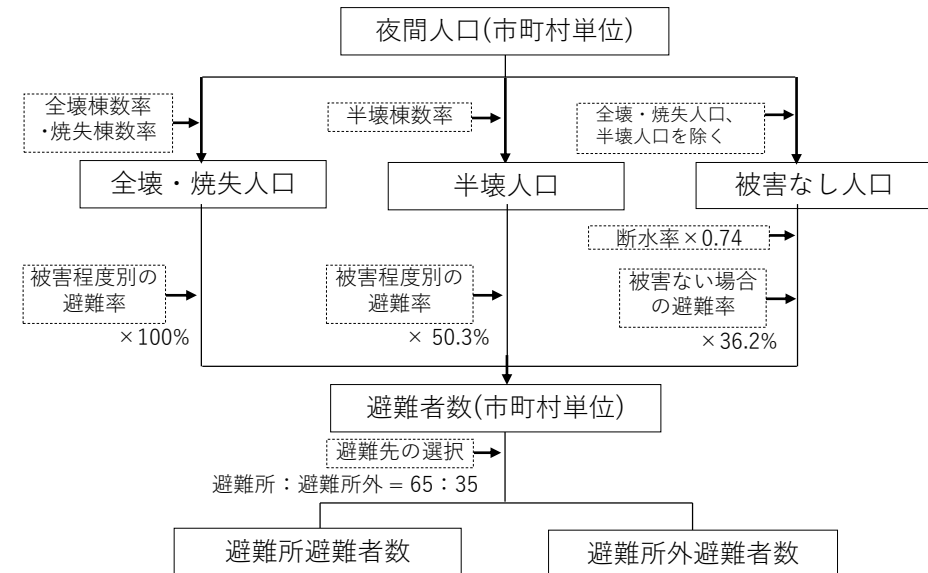
- ・地震発生直後～1日後は、津波によって半壊以上の被害を受けた建物の居住者は、屋内の浸水などで帰宅できないため、全員が避難するものとする。
- ・津波被害が軽微あるいはない場合でも、沿岸部では避難指示などの発令が想定されるため、全員が避難するものとする。
- ・東日本大震災における避難の実態から、2/3が避難所に避難するものと想定する。
- ・地震発生2日目以降は、内陸部(津波浸水域外)の避難者数の考え方と同じとする。
- ・ただし、被害程度別の人口は、揺れ・液状化・急傾斜地・火災被害に加えて、津波被害を考慮する。

【津波浸水域における避難者数の想定フロー】

<地震発生直後～1日後>



<地震発生2日後～>



3. 生活への影響

3. 3 要配慮者

○基本的な考え方

(避難所に避難する要配慮者数)
= (避難所避難者数) × (各要配慮者の人口比率)
※避難所避難者数の内数として算出

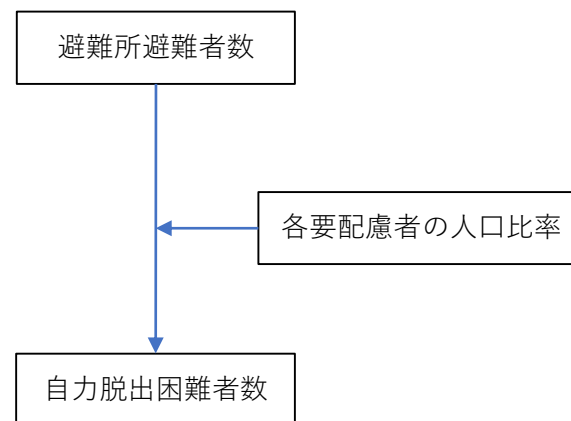
・避難所避難者数の内訳として、人口比率より、避難所に避難する要配慮者数を算出する。
・避難所での対応等の参考に資するよう、幅広い要配慮者を対象に算出するものとし、重複の除去は行わない。

○今回想定で採用する手法

- 対象とする要配慮者

 - 65歳以上の単身高齢者
 - 5歳未満の乳幼児
 - 身体障害者
 - 知的障害者
 - 精神障害者
 - 要介護認定者（要支援者を除く）
 - 難病患者
 - 妊産婦
 - 外国人

【避難所に避難する要配慮者数（全体の内数）の想定フロー】



3. 生活への影響

3. 4 医療機能

○基本的な考え方

(被災した医療機関の転院患者数)
= (入院患者数) × (医療機関建物被害、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)
(医療対応力不足数 (入院))
= 「需要量 (平時の需要 + 重傷者 + 病院での死者)」 - 「医療供給力」
(医療対応力不足数 (外来))
= 「需要量 (平時の需要 + 軽傷者)」 - 「医療供給力」

・医療機関の施設の損壊、ライフラインの途絶により転院を要する患者数を算出する。
・新規の入院需要 (重傷者数 + 医療機関で結果的に亡くなる者 + 被災した医療機関からの転院患者数) 及び外来需要 (軽傷者数) から医療機関の受入れ許容量を差し引いたときの医療対応力不足数を算出する。

○今回想定で採用する手法

- 被災した医療機関からの転院患者数を以下の手法により算出する。
 - ・平常時在院患者数をベースに、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。
 - ・医療機関建物被害率は、全壊・焼失率 + $1/2$ × 半壊率とする。
 - ・ライフライン機能低下による医療機能低下率は、阪神・淡路大震災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。
 - ・転院を要する者の割合は50%と設定する。
- 医療対応力不足数を以下の手法により算出する。
 - ・医療対応力不足数 (入院) は重傷者及び一部の死者への対応、医療対応力不足数 (外来) は軽傷者への外来対応の医療ポテンシャルの過不足数を求める。
 - ・入院需要は、震災後の新規入院需要発生数として、重傷者 + 医療機関で結果的に亡くなる者 (全死者数の10%にあたる) + 被災した医療機関からの転院患者の数を想定する。外来需要は、軽傷者を想定する。
 - ・医療供給数は、医療機関の病床数、外来診療数をベースとして、医療機関建物被害率 (全壊・焼失率 + $1/2$ × 半壊率)、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。
 - ・需要数と供給数との差より、不足数を算出する。

3. 生活への影響

3.5 エレベータ内閉じ込め

○基本的な考え方

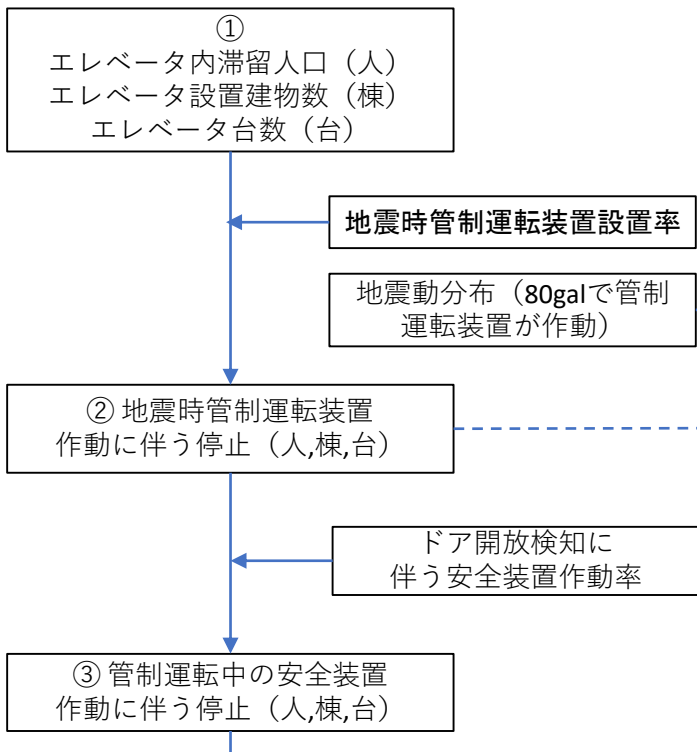
(閉じ込め者数、閉じ込めにつながりうる棟数、エレベータ台数)
 = (A：地震時管制運転中の安全装置優先作動に伴うエレベータ停止によるもの) + (B：揺れによる故障等に伴うエレベータ停止によるもの) + (C：地域の停電に伴うエレベータ停止によるもの)

- ・地震の揺れ・停電に伴うエレベータ閉じ込めを検討する。
- ・エレベータ閉じ込め者数、閉じ込めにつながり得るエレベータ停止が発生する建物棟数及びエレベータ台数を算出する。

○今回想定で採用する手法

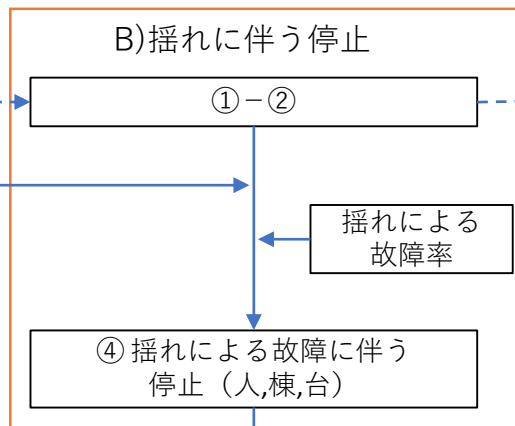
左記のA～Cに示した閉じ込め事故に関連する3つの被害事象を取り扱う。重複防止のため、被害事象A・B・Cの順に算定を行う。

A)地震時管制運転中の安全装置作動に伴う停止

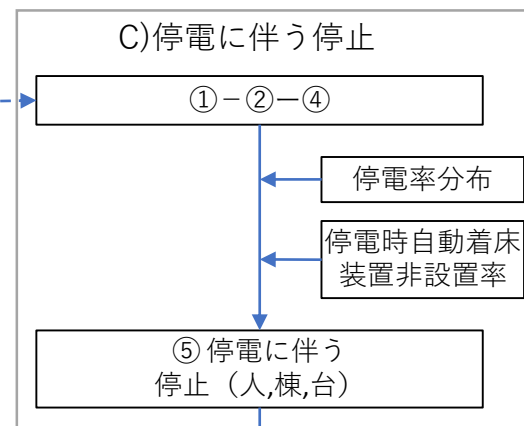


事象	設定パラメータ	
A	地震時管制運転装置設置率	75.1%
	ドア開放検知に伴う安全装置作動率	0.114%
B	揺れによる故障率	震度7:24% 6強:22% 6弱:15% 5強:8% 5弱:1%
C	停電時自動着床装置非設置率	68.4%

B)揺れに伴う停止



C)停電に伴う停止



③+④+⑤：エレベータ閉じ込め者数、
閉じ込めにつながり得るエレベータ停止が発生する建物棟数・台数

4. インフラ・ライフライン被害

4.1 道路

○基本的な考え方

道路データと震度分布との重ね合わせから、震度別被害率により道路被害延長を推計（埼玉県防災会議）

$$\begin{aligned} & \text{（道路の被害箇所数）} \\ & = \text{（震度別・地盤種別別道路被害）} \\ & \quad \times \text{（道路延長）} \end{aligned}$$

震度別・地盤種別道路被害率（箇所/km）

震度	地盤種別※		
	1・2種	3種	4種
7	0.11	0.16	0.25
6強	0.09	0.13	0.20
6弱	0.07	0.10	0.16
5強	0.05	0.07	0.12
5弱	0.03	0.04	0.06
～4	0.00	0.00	0.00

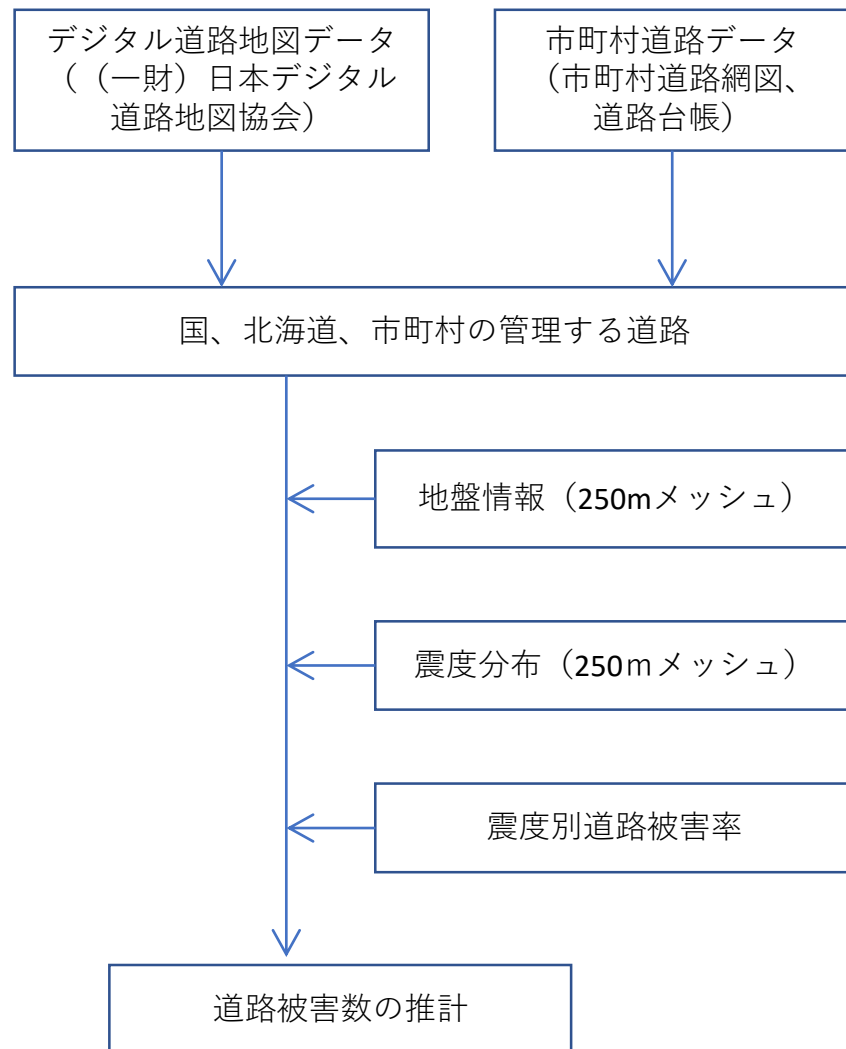
※地盤種別は「道路橋被害示方書・同解説(1988)」の分類による。

地盤種別と地形分類との関係

地盤種類		地形分類
1種	第3紀以前の地盤 岩盤までの洪積層厚さが10m未満	古第三紀以前、新第三紀
2種	岩盤までの洪積層厚さが10m以上 岩盤までの沖積層厚さが10m未満	第四紀火山、丘陵地、 ローム台地、砂礫台地
3種	沖積層厚さが10m以上25m未満で、かつ 軟弱層の厚さが5m未満	扇状地、砂州・砂丘
4種	上記以外の地盤	谷底平野、デルタ・後 背湿地

○今回想定で採用する手法

【道路被害による検討のフロー】



4. インフラ・ライフライン被害

4.1 橋梁

○基本的な考え方

国道、道道、市町村道の橋梁データをもとに、橋梁の示方書年と震度分布の関係から設定される被害率を掛け合わせて被害箇所数を算出

$$\begin{aligned} & \text{(橋梁の被害箇所数)} \\ & = \text{(橋梁の箇所数)} \times \text{(被害率)} \end{aligned}$$

兵庫県南部地震(1995)の被災事例を基に示方書年別に設定された通行支障(通行制限を指す)及び不通となる確率(箇所/箇所)を設定している宮崎県(1997)の手法

・震度と橋梁被害率の関係

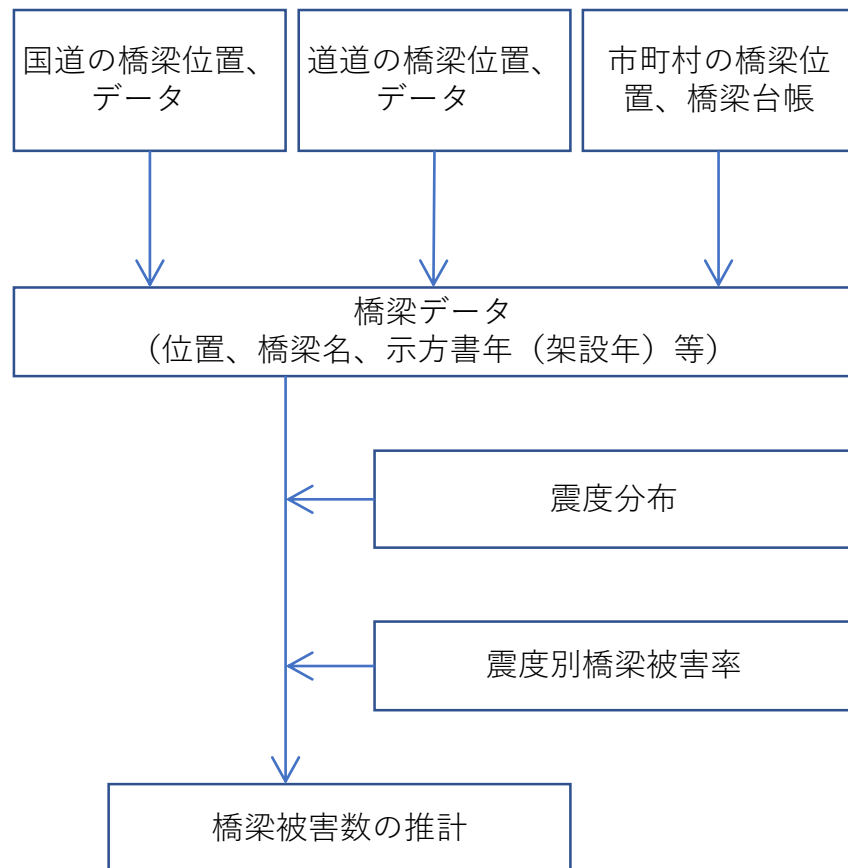
被害程度	通行支障(通行制限)		不通	
	1964年 1971年	1980年 1990年	1964年 1971年	1980年 1990年
震度5強以下	0.00	0.00	0.00	0.00
震度6弱	0.03	0.00	0.03	0.00
震度6強	0.13	0.02	0.12	0.00
震度7	0.14	0.04	0.14	0.02

※耐震化がなされた橋梁については1980年、1990年の被害率を適用

※架設年が不明な場合は最も被害の大きい示方書年を適用

○今想定で採用する手法

【橋梁被害による検討のフロー】



4. インフラ・ライフライン被害

4.2 港湾

○基本的な考え方

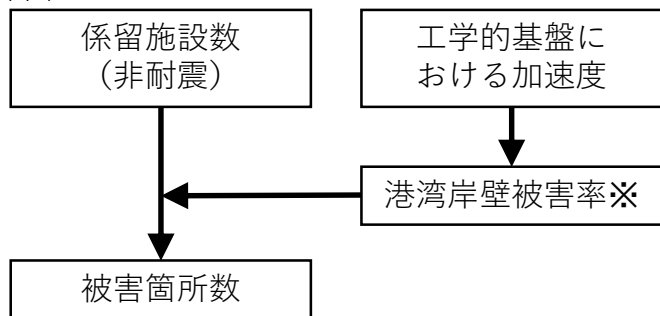
①揺れによる係留施設の被害

中央防災会議の手法と同様に、以下の式のとおり揺れによる係留施設の被害箇所数を算出する

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

○今回想定で採用する手法

・算出のフロー



I.係留施設数の算出

北海道開発局から提供を受けた各港湾の係留施設データによる係留施設は「岸壁」と「その他係留施設」に分けて集計する

II.各港湾で最大となる加速度の算出

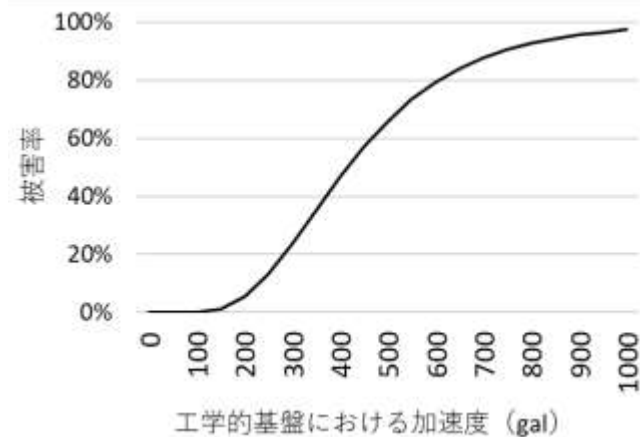
国土数値情報の港湾データに基づき各港湾の区域を特定する
各港湾の区域の海岸から1kmの範囲に含まれるメッシュの加速度のうち最大のを当該港湾の加速度とする

III.各港湾の係留施設の被害箇所数の算出

各港湾の加速度を上記の関数に適用し、各港湾の港湾岸壁被害率を算出する
各港湾の係留施設のバース数に港湾岸壁被害率を乗じて得られた値を被害箇所数とする

IV.被害箇所数の集計

被害箇所数を岸壁・その他係留施設の別、港格（国際拠点・重要・地方）別、震源モデル別に集計する



※港湾岸壁被害率は、加速度と被害率の関係を示したICHII（2004）の関数を用いる（上図）

出典：Koji ICHII(2004) Fragility Curves for Gravity-Type Quay Walls Based on Effective Stress Analyses. 13th World Conference on Earthquake Engineering.

4. インフラ・ライフライン被害

4.2 港湾 続き

○基本的な考え方

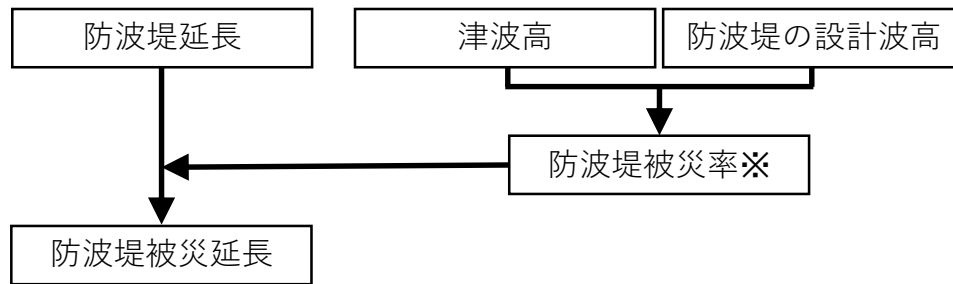
②津波による防波堤の被害

中央防災会議の手法と同様に、以下の式のとおり津波による防波堤の被災延長を算出する

$$\text{被災防波堤延長} = \text{防波堤延長} \times \text{防波堤の津波高別被災率}$$

○今回想定で採用する手法

・算出のフロー



I.防波堤延長の算出

北海道開発局から提供を受けた各港湾の防波堤データによる

II.各港湾の津波高の算出

国土数値情報の港湾データに基づき各港湾の区域を特定する

各港湾の区域の海岸線の津波水位のうち最大のものを当該港湾の津波高とする

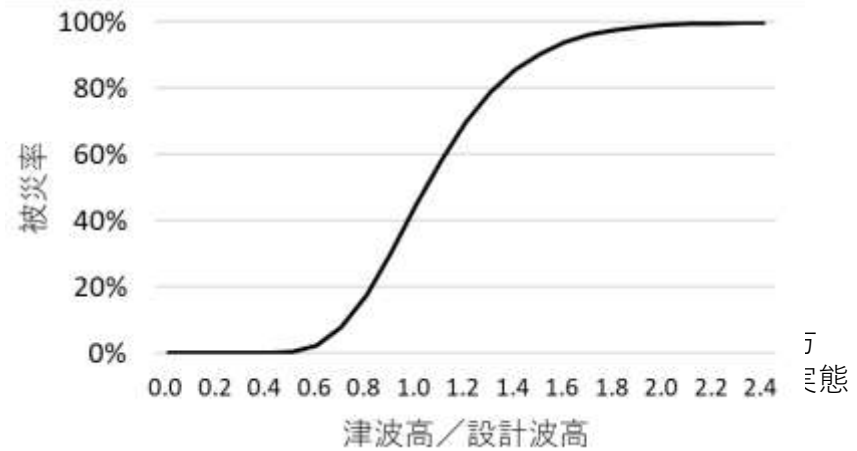
III.各港湾の防波堤被災延長の算出

各港湾の津波高と防波堤の設計波高を上記の関数に適用し、防波堤被災率を算出する

各防波堤の延長に防波堤被災率を乗じて得られた値を被災延長とする

IV.被災延長の集計

防波堤被災延長を港格（国際拠点・重要・地方）別、震源モデル別に集計する



状態

4. インフラ・ライフライン被害

4. 3 上水道

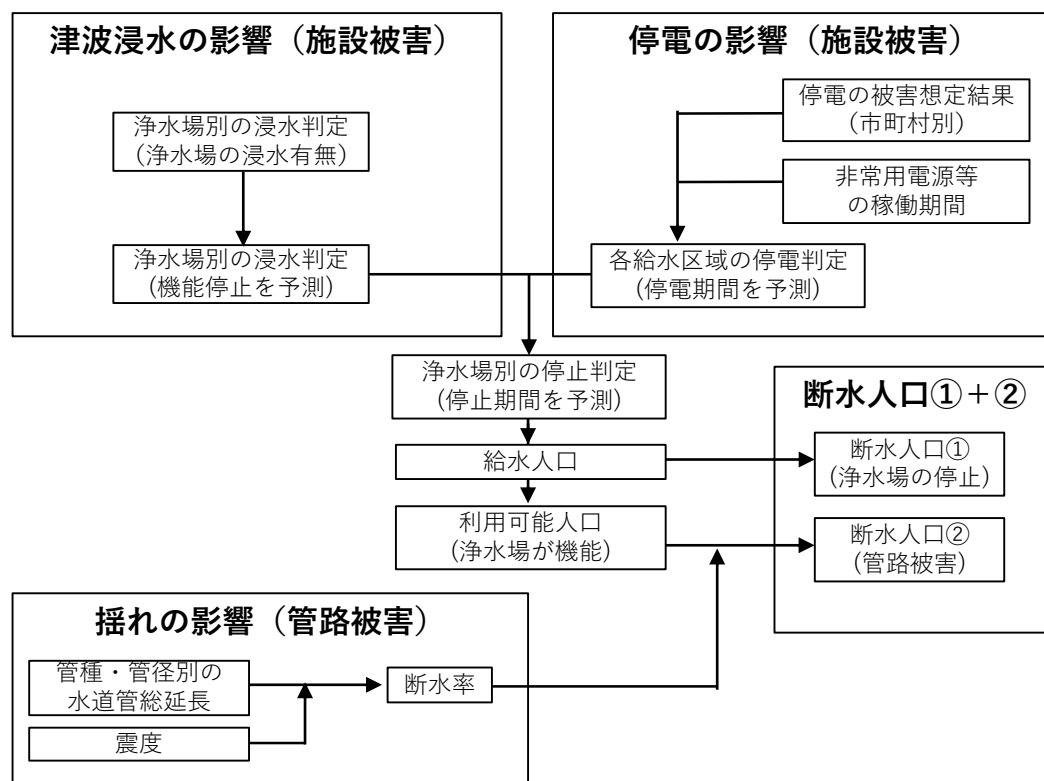
○基本的な考え方

$$\begin{aligned} \text{(断水人口)} &= \text{(①施設被害による断水人口)} + \text{(②管路被害による断水人口)} \\ \text{(①施設被害による断水人口)} &= \text{(津波浸水・停電による浄水場停止が影響する人口)} \\ \text{(②管路被害による断水人口)} &= \text{(浄水場停止が影響しない人口)} \times \text{(管路被害による断水率)} \end{aligned}$$

○今回想定で採用する手法

- ・ 津波浸水・停電・揺れによる影響を考慮して、断水人口を計算する。
- ・ 津波浸水の影響は、浄水場の浸水有無から機能停止を判定する。
- ・ 停電の影響は、市町村の停電の予測結果と非常用電源の整備状況を考慮する。
- ・ 揺れによる管路被害は、管種・管径別の被害率(丸山・山崎2009)を用いて算出する。
- ・ 管路被害による断水人口は、過去の地震の配水管の物的被害率と地震直後の断水率の関係から得られた川上の式(1996)を利用する。
- ・ 復旧日数は、埼玉県等で用いられている水道管の管径別復旧効率と必要人員を利用して、管路被害箇所数と動員可能な復旧作業員数から予測する手法を用いる。

【地震・津波による断水人口の想定フロー】



4. インフラ・ライフライン被害

4. 3 上水道（続き）

○ 揺れによる管路被害箇所数

管路被害箇所数 $N_h = R \cdot L$

$$R = R_1 \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3$$

N_h : 管路被害箇所数 R : 被害率 (箇所/km) R_1 : 標準被害率 (箇所/km)

C_1 : 液状化係数 C_2 : 管種係数 C_3 : 管径係数 L : 管路延長 (km)

○ 管路被害による断水人口（直後、1日後、2日後）

地震発生直後の断水人口 $y_0 = H \cdot 1 / (1 + 0.0473 \cdot R^{-1.61})$

1日後の断水人口 $y_1 = H \cdot 1 / (1 + 0.307 \cdot R^{-1.17})$

2日後の断水人口 $y_2 = H \cdot 1 / (1 + 0.319 \cdot R^{-1.18})$

y : 断水人口 H : 給水人口 R : 被害率 (箇所/km)

○ 復旧日数

- ・復旧日数は、管径別に復旧に必要となる作業人員と1件当たりの作業時間を設定し、管路被害箇所数を元に算出する。冬季の場合は、復旧効率が夏季の7割とする。
- ・作業人員は、胆振東部地震の傾向から3日目までは被災市町村の作業員とし、4日目から支援の作業員が加わると仮定する。
- ・被災市町村の作業員のすべてが復旧作業を行うことは難しいことから、作業員の1/4、1/2の数を想定する。復旧支援の作業員は、上水道被害の想定されていない市町村の作業員数から設定する。

※津波浸水域に重なる管路は復旧困難なため、復旧日数の計算対象から除く

※作業員は、経済センサスの上水道業と管工事業の従業者数から設定

4. インフラ・ライフライン被害

4.4 下水道

○基本的な考え方

地震動分布と液状化の分布などにより設定した管渠の管種別被害率から被害延長を求める手法（大規模地震による下水道被害想定検討委員会、2006）を採用

$$\text{（下水道の管路被害延長 } Nd \text{）} \\ = \text{（被害率 } R \text{）} \times \text{（管路延長 } L \text{）}$$

・下水道の管種別被害率 R

管種	液状化危険度	PL値		震度階級				
				5弱	5強	6弱	6強	7
		計測震度基準値	4.75	5.25	5.75	6.25	6.75	
塩ビ管・陶管	A~D	ALL	1.0%	2.3%	5.1%	11.3%	24.8%	
その他の管	A	15<PL	0.6%	1.3%	3.0%	6.5%	14.5%	
	B	5<PL ≤ 15	0.5%	1.0%	2.2%	4.8%	10.7%	
	C	0<PL ≤ 5	0.4%	0.9%	2.0%	4.5%	9.8%	
	D	PL=0	0.4%	0.9%	1.9%	4.2%	9.2%	

・機能支障人口

評価単位を単位として、機能支障率が当地区の下水道の被害率に等しいと仮定（東京都、1997）

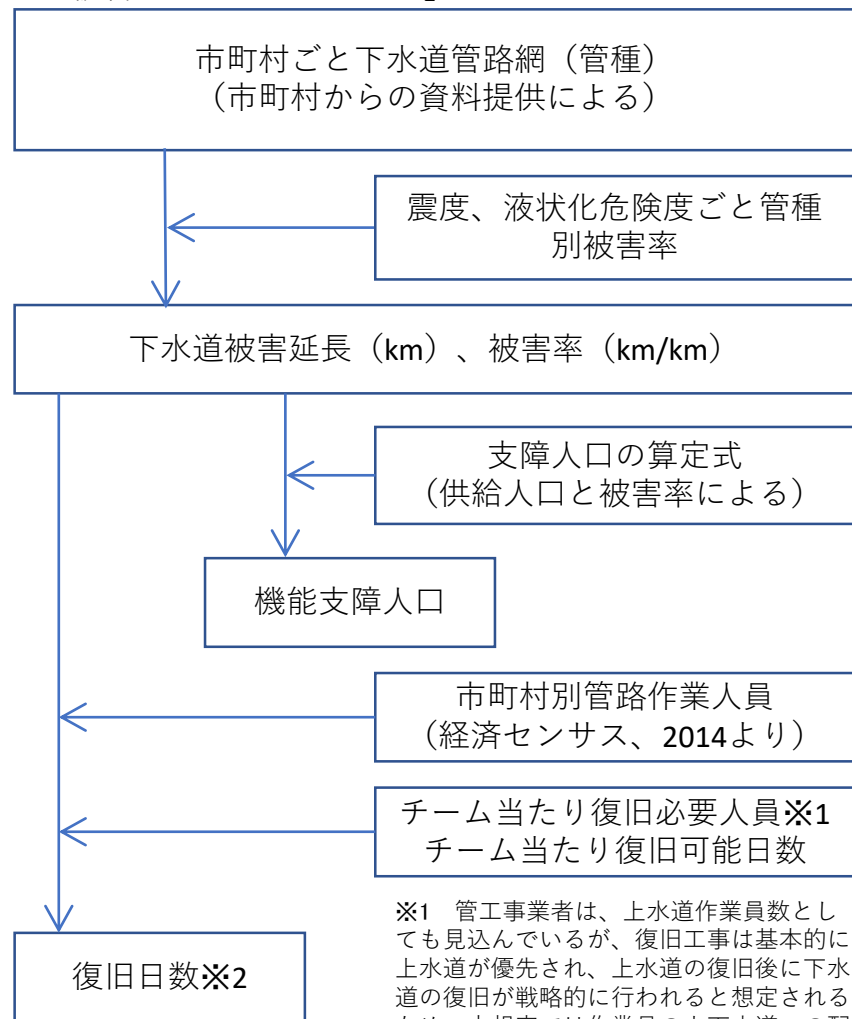
$$\text{（機能支障人口 } yp \text{）} \\ = \text{（供給人口）} \times \text{（被害率 } R \text{）}$$

・復旧日数

事前調査に1日、2日後から応急復旧作業が開始されるとし、作業効率は200m/班、必要作業員数は6人/班（東京都、1997）

○今回想定で採用する手法

【下水道被害による検討のフロー】



※1 管工事業者は、上水道作業員数としても見込んでいるが、復旧工事は基本的に上水道が優先され、上水道の復旧後に下水道の復旧が戦略的に行われると想定されるため、本想定では作業員の上下水道への配分は行っていない。

※2 作業員のうちすべてが災害後に作業を行うことは難しいことから、総数のうち下水道の復旧に当たることができる割合を作業員数の1/4、または1/2と想定した場合の復旧日数を算出

4. インフラ・ライフライン被害 ○今想定で採用する手法

4. 5 電力

○基本的な考え方

(停電軒数)

- = (①津波による地中線被害)
- + (②津波による架空線被害)
- + (③火災・揺れ等による被害)

揺れ等による電線被害等から停電軒数を算出する。

津波浸水の影響（電線被害）

