

第 6 章 被害想定手法

6.1 被害想定における留意点

本被害想定は、地震学の最新の知見に基づいて推定した各地震の震度分布、液化化危険度等を基に、阪神・淡路大震災、東日本大震災、平成28年熊本地震等の過去災害の実態を踏まえて、一定の仮定をおきながら実施する。しかし、実際の災害には様々な不確実性があるため、想定には一定の限界を伴う。今回、定量的な評価と定性的な評価の両者によって包括的な評価を行うよう努めたが、以下のような変動要因がある旨に留意する必要がある。

- 実際に発生する地震被害が想定どおりになるとは限らない。
- 過去の大規模な地震被害例に限られることから、被害を定量的に求めるための推定式が少数のデータに依拠したものにならざるを得ない。
- 地震の発生と二次被害（震災関連死など）の関連性や発生可能性の把握に課題が残されている。
- 実際の発災時に人々がとる行動が、過去災害時の状況や想定手法の設定で用いたアンケート等の結果と異なる可能性がある。
- 定量評価が困難な項目も残されており、例えばライフライン被害などでは、発災時に実際に想定される被害に対して、被害想定において科学的知見に基づき定量化できた事象はごく一部に限られるため、実際にはより広範囲かつ長期間に渡り、ライフラインの寸断や支障が発生する可能性が高い。
- 都心南部直下地震などのプレート内地震は、都内のどこでも起こり得るため、震源によっては、各区市町村内において、都心南部直下地震の被害想定結果以上の被害が発生する可能性がある点に留意する必要がある。

6.2 想定手法の概要

過去の地震被害のデータに基づき、被害項目ごとに被害の原因と結果の関係を分析し、被害推計式を作成する。また、定量的なリスク評価を実施する項目については、次ページにて一覧で示す。

なお、建物被害や人的被害など各種被害の発生フローについては、第1章P 1-13からP 1-15を参照

表 定量的なリスク評価を行う想定項目の一覧

想定項目	想定内容
建物被害	揺れによる建物被害（全壊・半壊）
	液状化による建物被害（全壊・半壊）
	急傾斜地崩壊による建物被害（全壊・半壊）
	火災による建物被害（焼失）
	津波による建物被害（全壊・半壊）
人的被害	建物倒壊等による建物被害による死傷者数（死者、負傷者）
	屋内収容物の転倒・落下等による死傷者数（死者、負傷者）
	ブロック塀等の転倒による死傷者数（死者、負傷者）
	屋外落下物による死傷者数（死者、負傷者）
	急傾斜地崩壊による死傷者数（死者、負傷者）
	自力脱出困難者・津波による要救助者（島しょ地域のみ）
	火災被害による死傷者数（死者、負傷者）
	津波による死者数（死者、負傷者）
交通インフラ	道路（施設被害、細街路の閉塞、緊急輸送道路の交通支障）
	鉄道（施設被害）
	港湾（施設被害）
ライフライン	電力（被害率、復旧日数）
	通信（被害率、復旧日数）
	上水道（被害率、復旧日数）
	下水道（被害率、復旧日数）
	ガス（被害率、復旧日数）
生活への影響	避難者（避難所避難者数、避難所外避難者数）
	帰宅困難者
	物資（食料、飲料水、毛布）
	要配慮者（死者数）
	災害廃棄物
	エレベーター閉じ込め
経済被害	被害額（直接被害）

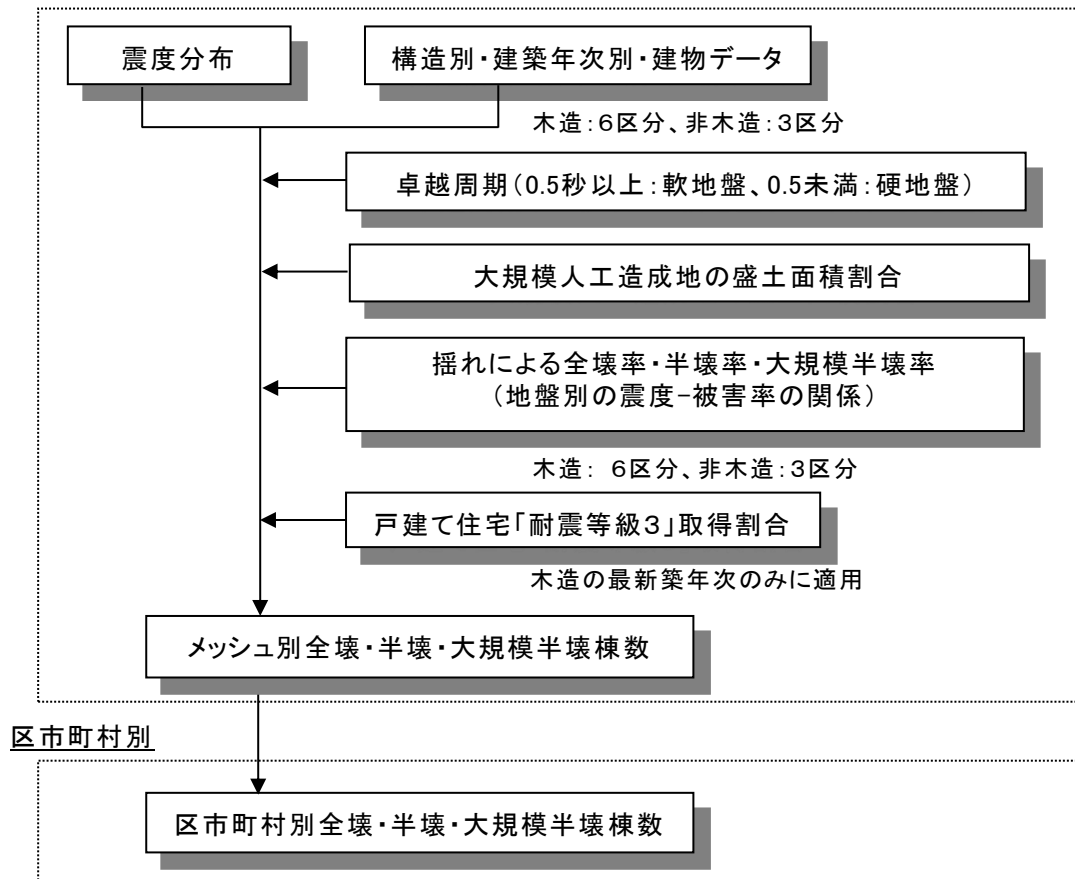
6.3 建物被害

6.3.1 揺れによる建物被害

ア. 手法の概要

- 構造別（木造建物・非木造建物）及び建築年次別の建物被害率関数（計測震度と建物被害の関係）を用いて、全壊、半壊、大規模半壊棟数を算出する。なお、大規模半壊棟数は、半壊棟数の内数とする。
 - 中央防災会議[2012, 13]¹の建物被害関数を参考に、木造建物の建築年次について、従来の旧築年、中築年、新築年の3区分から、旧築年、中築年2区分、新築年3区分の計6区分に細分化する。
 - 新築年3区分については、平成28年熊本地震における建物被害の状況を踏まえた研究²等を参考に被害率を設定する。
 - 耐震等級3を取得した木造建物の耐震性を考慮する。
- 地盤の特徴である軟地盤、硬地盤、人工造成地、それぞれに応じた被害関数を用いる。

250mメッシュ別



算出フロー

¹ 中央防災会議首都直下地震対策検討ワーキンググループ「首都直下地震の被害想定項目及び手法の概要」（平成25（2013）年12月）

² 鳥澤, 松岡, 堀江, 井ノ口, 山崎「2016年熊本地震における広範囲の地震動強さに対応した複数自治体の罹災証明データに基づく建物被害関数の構築」（日本地震工学会論文集 第21巻, 第5号, 令和3（2021）年）

イ. 計算式やパラメーター設定

- 50mメッシュ別の計測震度及び卓越周期データを基に、平均化処理をして 250mメッシュ別のデータを作成する。そのうえで、250mメッシュ別に、計測震度と被害率の関係式から全壊・半壊・大規模半壊棟数を算出する。
- 大規模造成地は盛土部分と切土部分に分けられる。そのうち、盛土部分が全体に占める割合を示す盛土面積比率について、東京都[2012]に基づき 60%と設定する。

(揺れによる全壊・半壊・大規模半壊棟数)

$$= (\text{構造別} \cdot \text{建築年次別の建物棟数}) \times (\text{構造別} \cdot \text{建築年次別} \cdot \text{計測震度別の揺れによる全壊} \cdot \text{半壊} \cdot \text{大規模半壊率})$$

※大規模造成地に該当するメッシュのみ

$$(\text{盛土にかかる建物棟数}) = (\text{メッシュ内建物棟数}) \times (\text{盛土面積比率})$$

(木造の全壊・半壊・大規模半壊棟数)

$$= (\text{盛土にかかる木造棟数}) \times (\text{造成地の木造建物全壊} \cdot \text{半壊} \cdot \text{大規模半壊率})$$

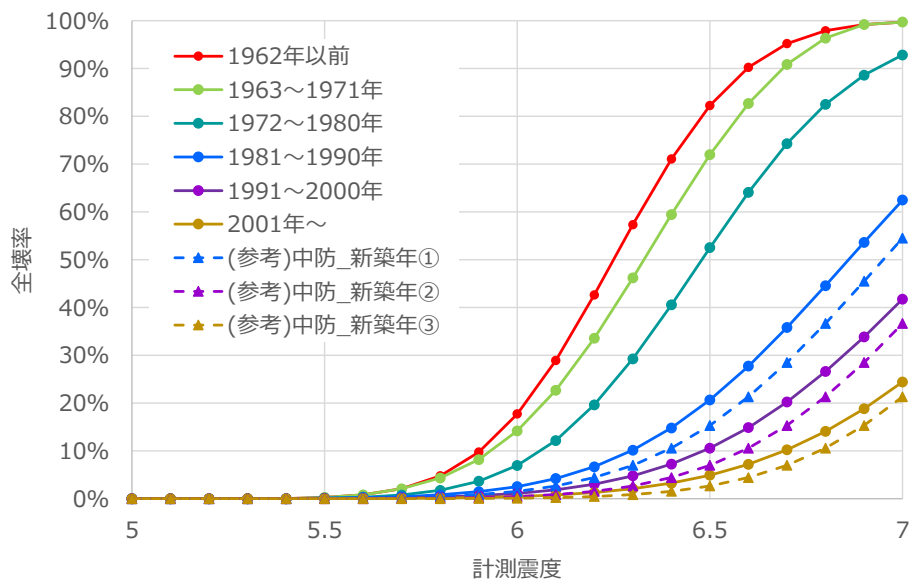


図 揺れによる建物全壊率(木造、軟地盤)

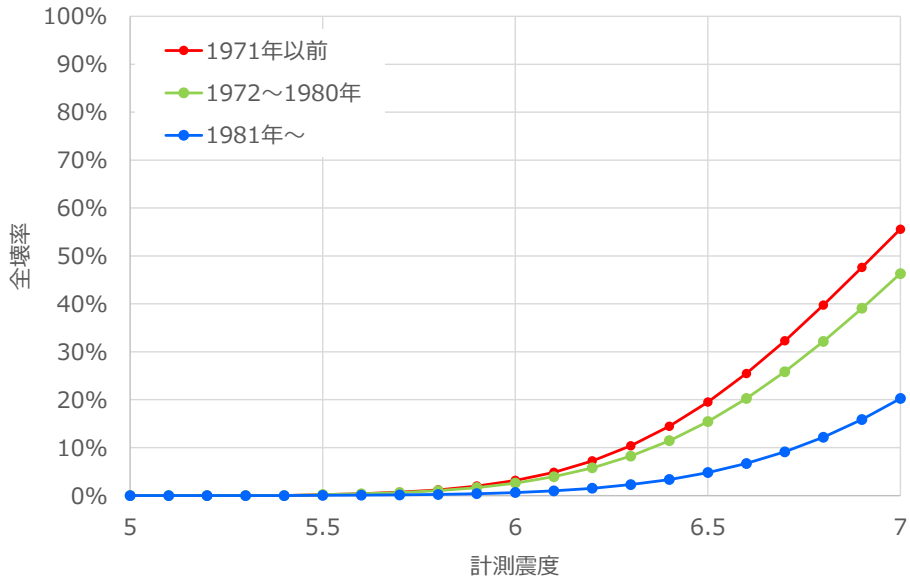


図 揺れによる建物全壊率(非木造)

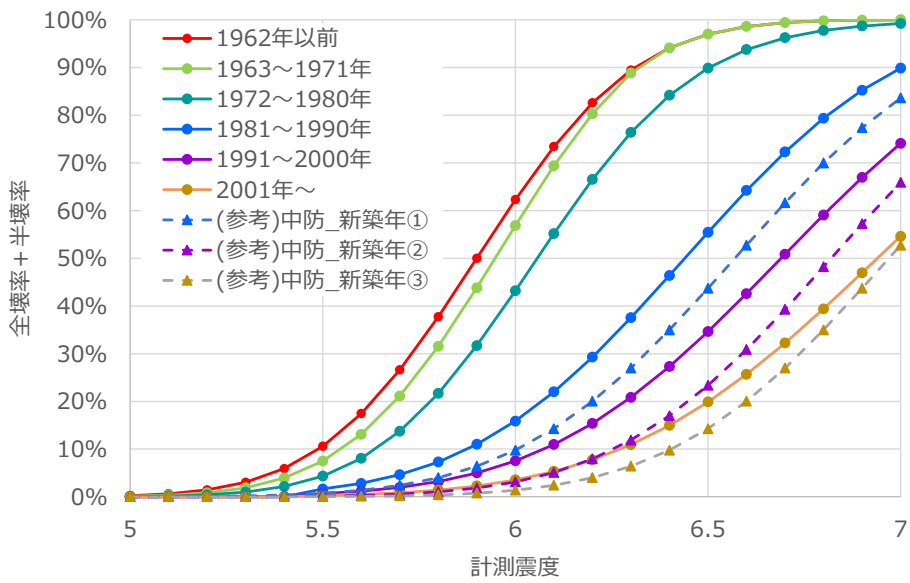


図 揺れによる建物全壊率+半壊率(木造、軟地盤)

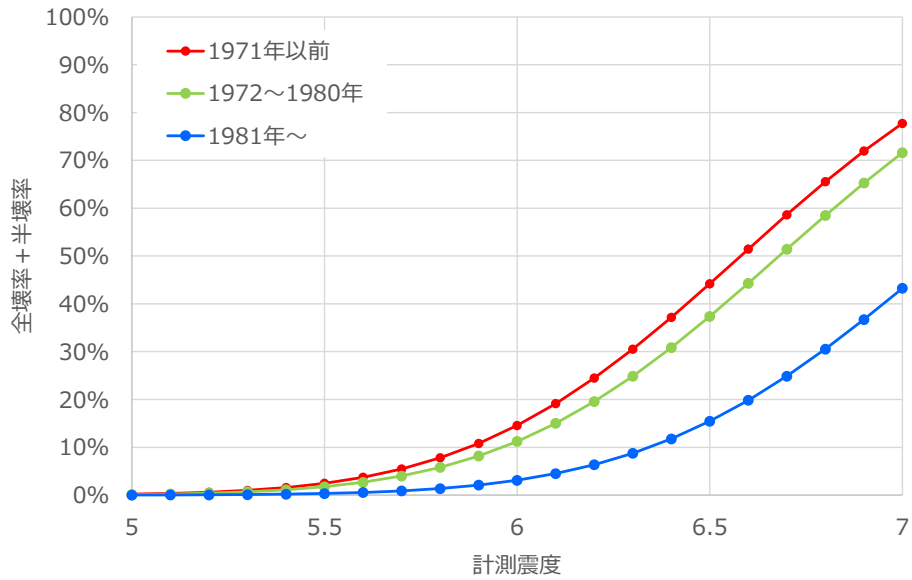


図 揺れによる建物全壊率+半壊率(非木造)

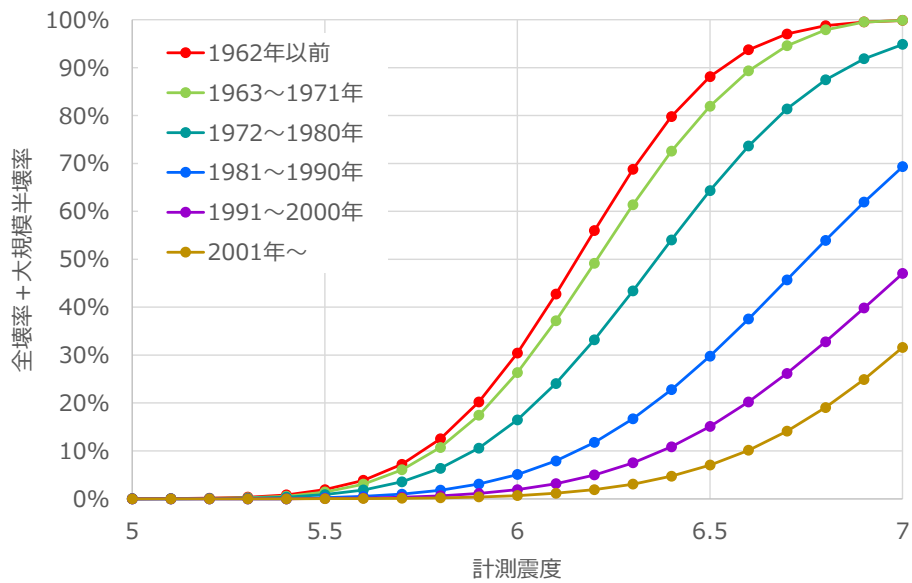


図 揺れによる建物全壊率+大規模半壊率(木造、軟地盤)

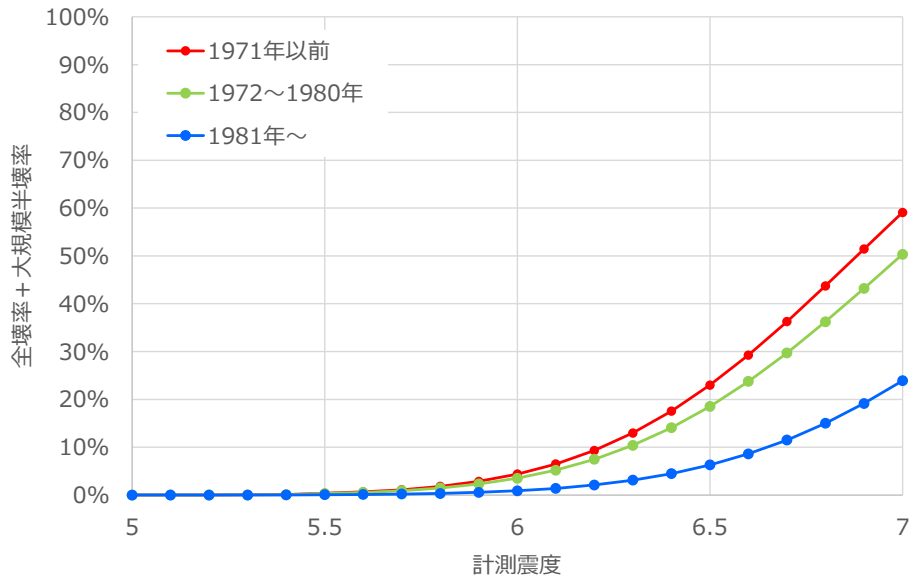


図 揺れによる建物全壊率+大規模半壊率(非木造)

【参考】

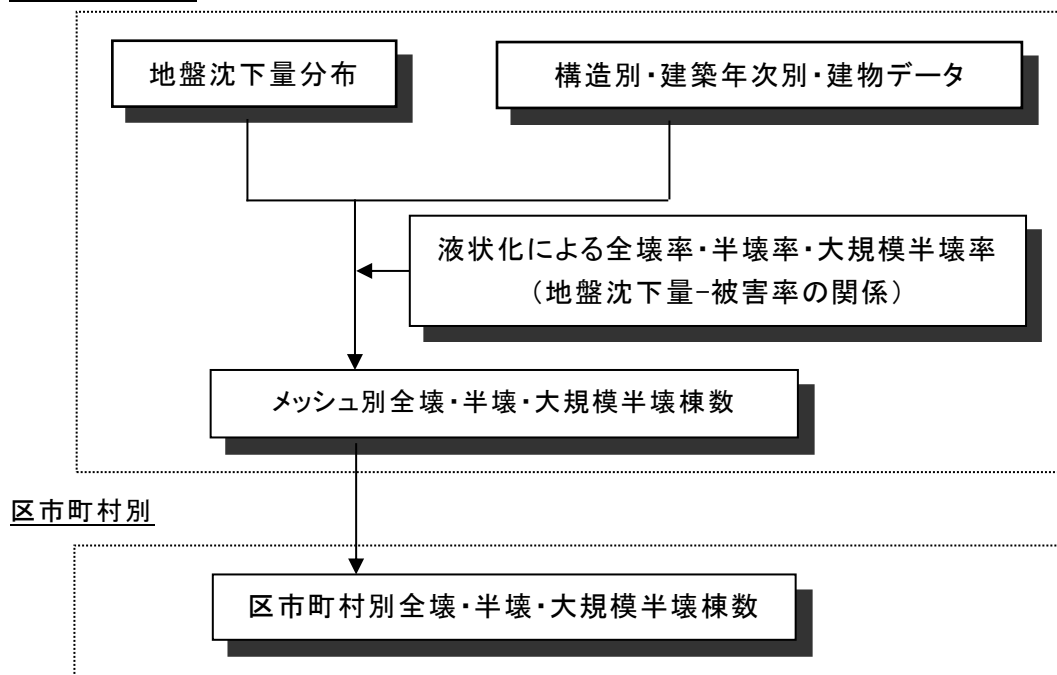
- 東日本大震災における揺れによる建物被害は、阪神・淡路大震災と比較して、同一震度における被害率が小さい傾向にあった。
- 平成 28 年熊本地震においては、新耐震基準の木造建物が数多く倒壊したため新耐震基準の建物において経年劣化が進んでいる可能性がある。一方で、耐震等級 3 を取得した建物においては大きな損傷がみられず、大部分が無被害であった。

6.3.2 液状化による建物被害

ア. 手法の概要

- 構造別（木造建物・非木造建物）及び建築年次別の建物被害率関数（液状化による地盤沈下量と建物被害の関係）を用いて、全壊、半壊、大規模半壊棟数を算出する。なお、大規模半壊棟数は、半壊棟数の内数とする。
 - 中央防災会議[2012, 13]と同様に液状化による地盤沈下量と被害率の関係性から作られた被害率関数を適用した。

250mメッシュ別



算出フロー

イ. 計算式やパラメーター設定

- 50mメッシュ別のデータを基に、250mメッシュ別の地盤沈下量のデータを作成する。そのうえで、250mメッシュ別に、地盤沈下量と被害率の関係式から全壊・半壊・大規模半壊棟数を算出する。

(木造 全壊・半壊・大規模半壊棟数)

$$= (\text{木造 建物棟数}) \times (\text{沈下量による木造の全壊・半壊・大規模半壊率})$$

(非木造 (杭無し) 全壊・半壊・大規模半壊棟数)

$$= (\text{非木造 建物棟数}) \times (\text{沈下量による非木造 (杭無し) の全壊・半壊・大規模半壊率})$$

(非木造 (杭有り-アスペクト比の大きい小規模建物) 全壊・半壊・大規模半壊棟数)

$$= (\text{非木造 建物棟数}) \times (\text{沈下量による非木造 (杭有り-アスペクト比の大きい小規模建物) の全壊・半壊・大規模半壊率})$$

※非木造建物における杭あり建物は 3階建て以上の建物とし、3階建て以上建物のうち、アスペクト比の大きい小規模建物（狭小ビル等の水平断面をとったときに短辺方向が狭い建物）の占める割合は、中央防災会議[2012, 13]と同様に1割と設定した。

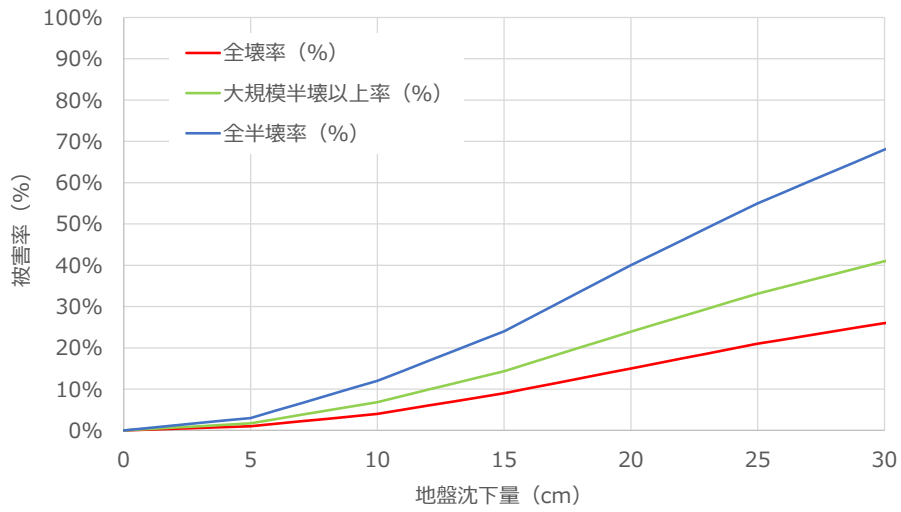


図 液状化による建物被害率(木造、1980年以前建築)

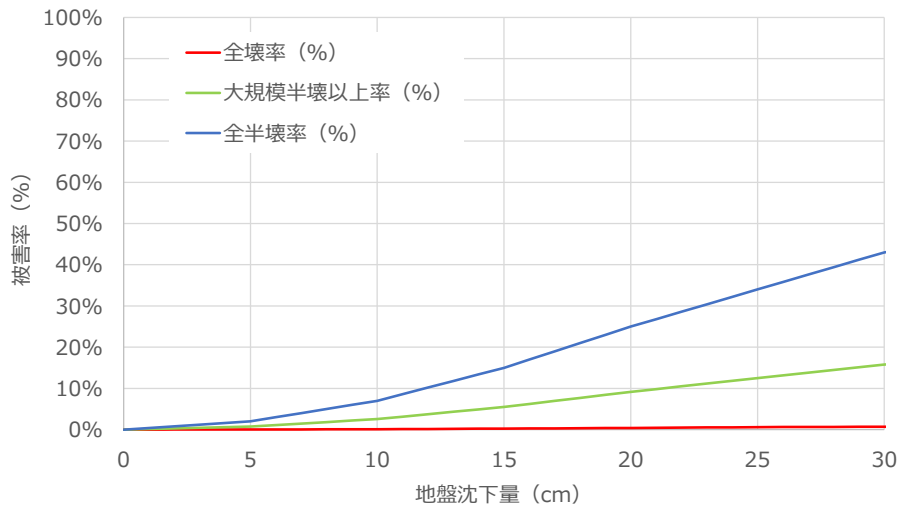


図 液状化による建物被害率(木造、1981年以降建築)

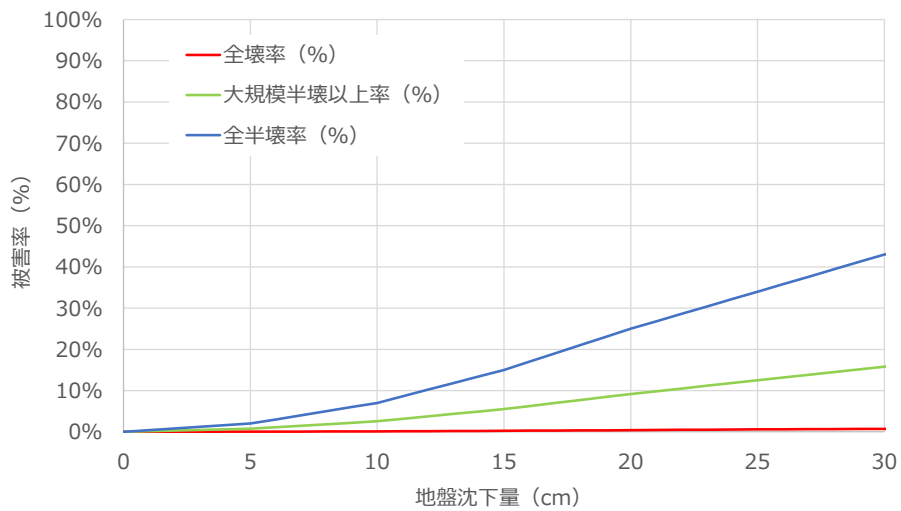


図 液状化による建物被害率(非木造:杭無し)

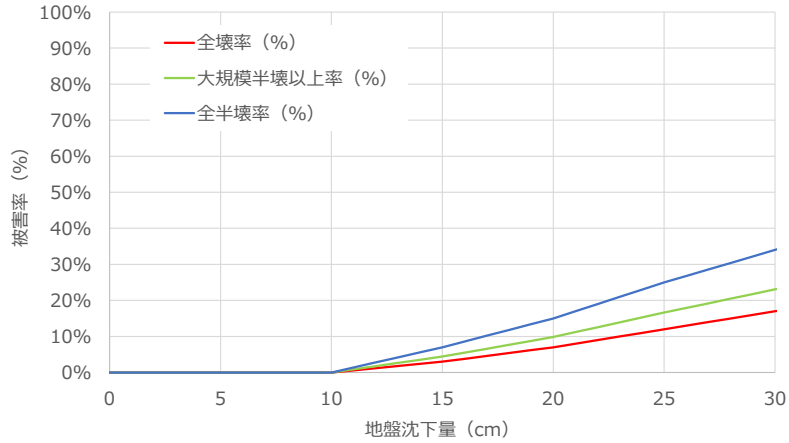


図 液状化による建物被害率
 (非木造、杭有り-アスペクト比の大きい小規模建物(昭和 49 年以前建築))

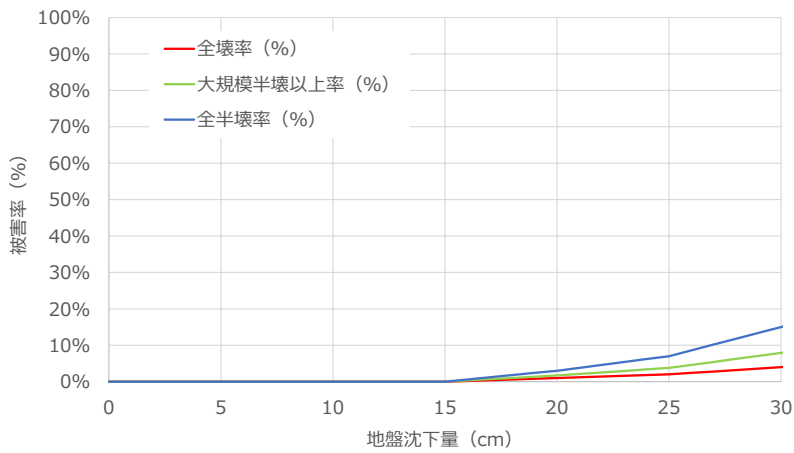


図 液状化による建物被害率
 (非木造、杭有り-アスペクト比の大きい小規模建物(昭和 50 年以降 58 年以前建築))

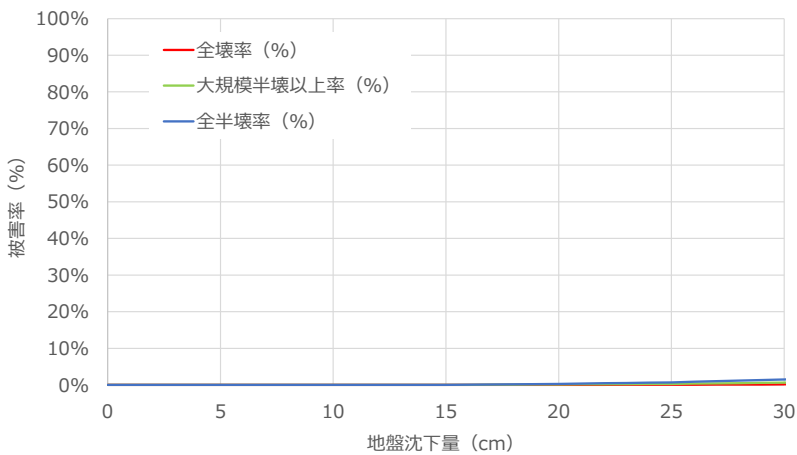


図 液状化による建物被害率
 (非木造、杭有り-アスペクト比の大きい小規模建物(昭和 59 年以降建築))

【参考】

- 東日本大震災では、1都6県の広範囲で液状化被害が発生し、千葉県浦安市は大きな被害がみられた地域の1つである。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ると、建物が大きく傾斜し、建物に大きな被害が生じる。

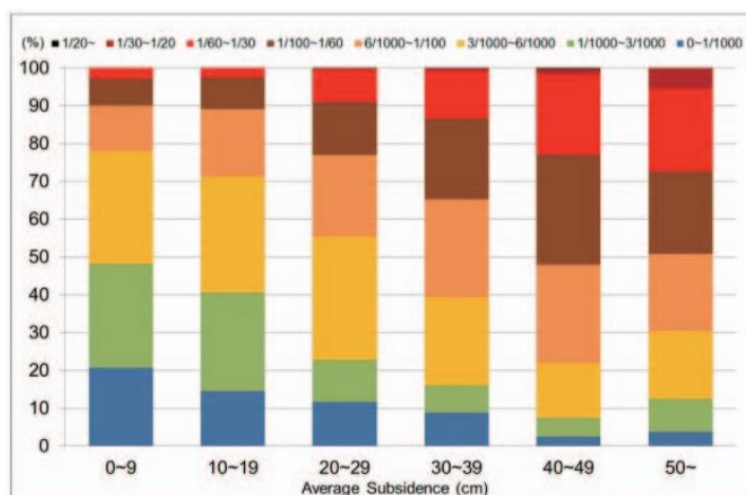


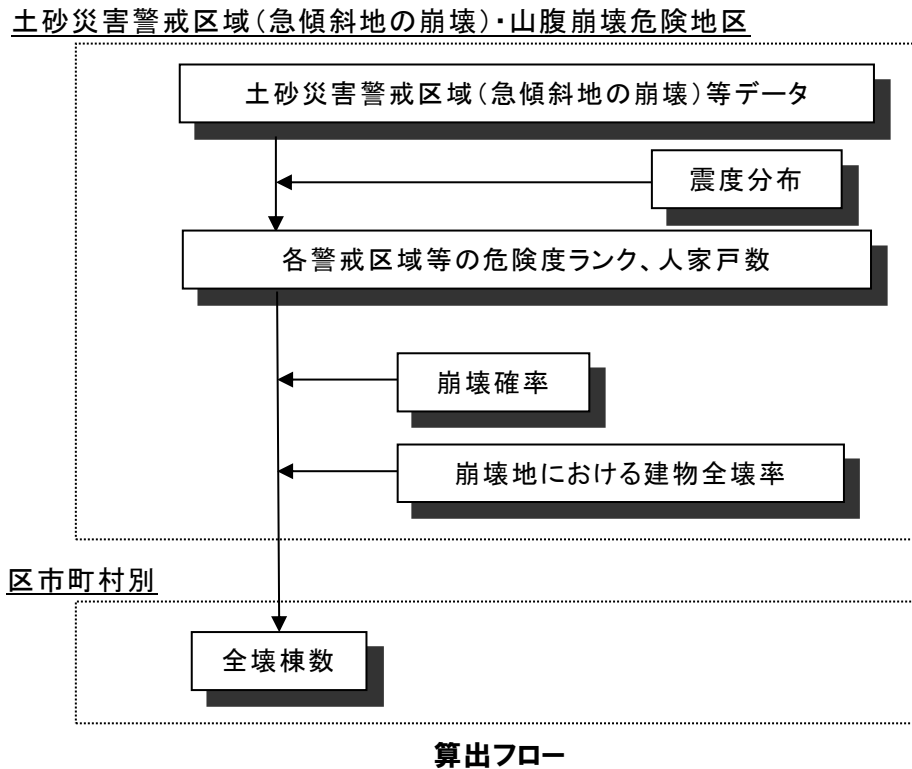
図 平均地盤沈下量と建物平均傾斜角の関係
(東日本大震災における千葉県浦安市での調査結果)
※横軸が平均地盤沈下量、縦軸は傾斜角ごとの構成比率

(出典) TOKIMATSU & KATSUMATA 「LIQUEFACTION-INDUCED DAMAGE TO BUILDINGS IN URAYASU CITY DURING THE 2011 TOHOKU PACIFIC EARTHQUAKE」 (2012)

6.3.3 急傾斜地崩壊による建物被害

ア. 手法の概要

- 急傾斜地崩壊の起こりうる箇所の崩壊確率と崩壊地における建物全壊率から、斜面災害による建物被害を算出する。



イ. 計算式やパラメーター設定

- 警戒区域等別の人家戸数、危険度ランク別の崩壊確率と、震度階別の被害率を用いて全壊・半壊・大規模半壊棟数を算出する。なお、大規模半壊棟数は、半壊棟数の内数とする。

$$\begin{aligned}
 & \text{(全壊・半壊・大規模半壊棟数)} \\
 & = \text{(警戒区域等内人家戸数)} \times \text{(急傾斜地崩壊確率)} \\
 & \quad \times \text{(急傾斜地崩壊地における建物全壊・半壊・大規模半壊率)}
 \end{aligned}$$

危険度ランク	崩壊確率
A	10%

被害区分	～震度4	震度5弱	震度5強	震度6弱	震度6強	震度7
全壊率	0	0.06	0.12	0.18	0.24	0.30
半壊率(大規模半壊含む)	0	0.14	0.28	0.42	0.56	0.70
大規模半壊率	0	0.03	0.05	0.08	0.11	0.13

6.3.4 火災による建物被害

次の２段階の計算により、火災による建物被害を算出する。

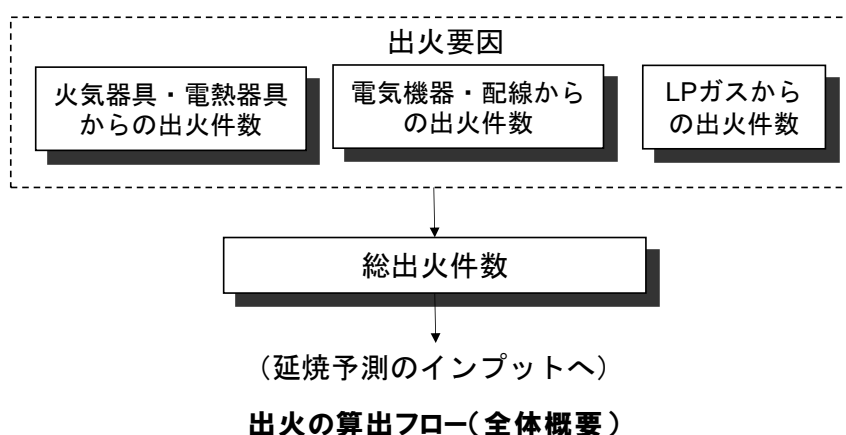
- 発災後 24 時間以内に発生する出火件数のうち、居住者や隣人等により初期消火できずに残る炎上出火件数を求める。
- 炎上出火件数に対して、公設消防や消防団による消防活動の効果を評価し、そのうえで、消火できない残火災が延焼火災に発展することとし、焼失棟数を算出する。

(1) 出火

ア. 手法の概要

- 基本的な考え方は、東京消防庁の「東京都の地震時における地域別出火危険度測定(第 10 回)」を踏襲している。東京消防庁では出火要因として、火気器具、電熱器具、電気機器・配線、化学薬品、危険物施設、工業炉、LP ガス、漏洩ガス、高圧ガス施設を想定している。また、火気器具・電熱器具など季節変化及び時刻変化に影響を受けるものは、考慮している。
- 本調査においては、出火件数の大半を占める火気器具・電熱器具、電気機器・配線、LP ガスのみを出火要因とし、化学薬品、危険物施設、工業炉、漏洩ガス、高圧ガス施設は考慮しない。また、火気器具・電熱器具については季節変化及び時刻変化があるものとして扱う。
- 要因別に出火件数を算出し、それを合計することで総出火件数を算出する。
- 発災後 24 時間以内に発生する出火のうち、居住者や隣人等の初期消火による効果を踏まえ、初期消火できずに残った炎上出火を算出する。
- なお、初期消火については、火気器具・電熱器具による出火についてのみ考慮する。

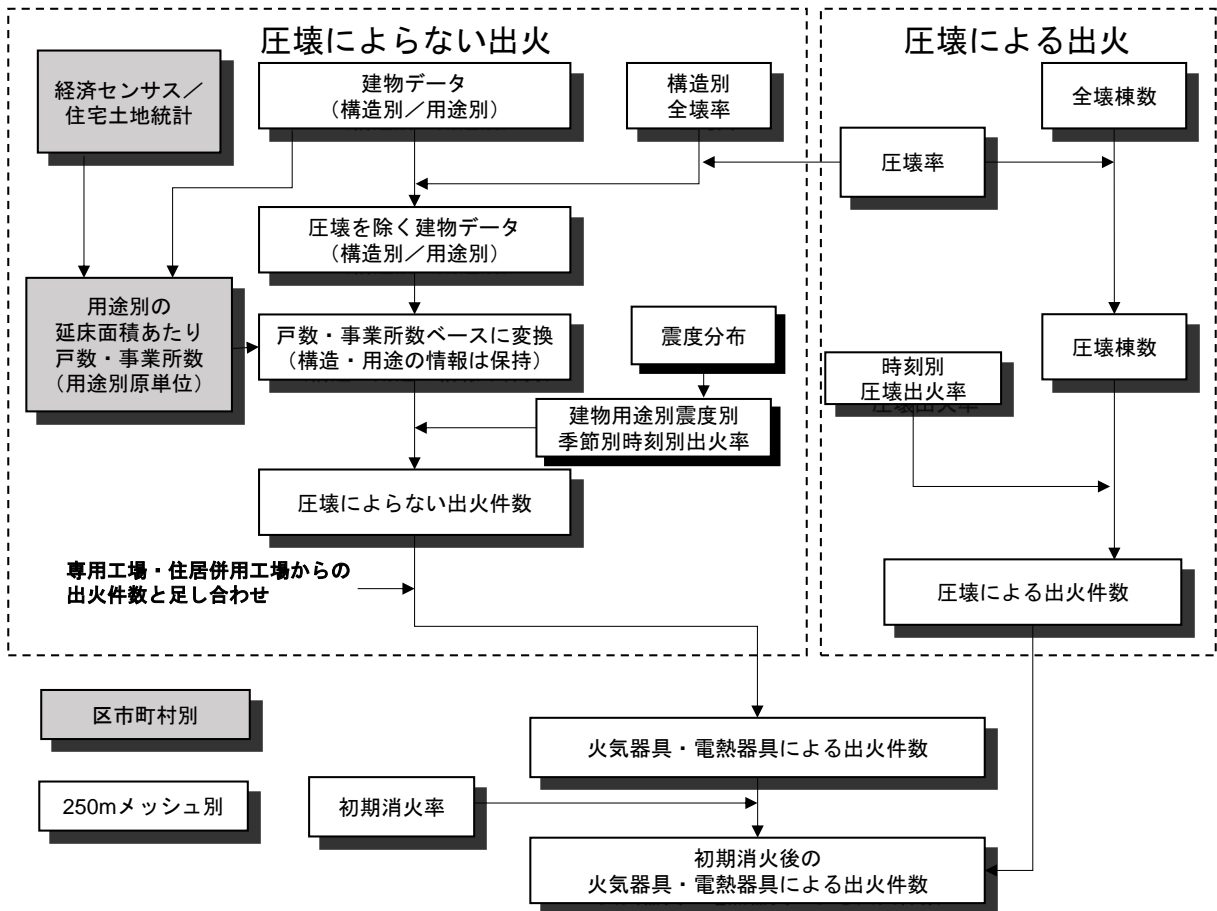
$$\text{(総出火件数)} = \text{(火気器具・電熱器具による出火数)} \\ + \text{(電気機器・配線による出火数)} + \text{(LP ガスによる出火数)}$$



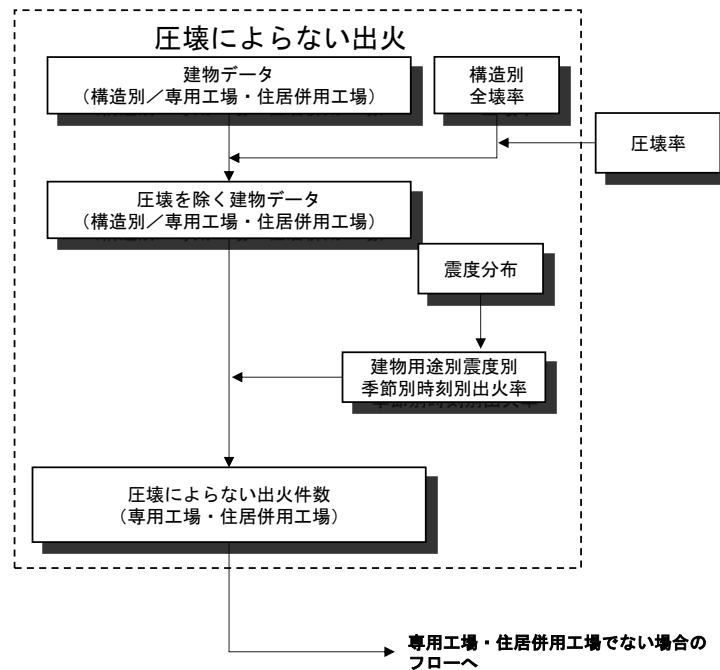
イ. 計算式やパラメーター設定

【火気器具・電熱器具による出火】

- 火気器具・電熱器具による出火については、建物圧壊による/よらないの2系統から出火件数を算出する。さらに初期消火による出火件数の減少を考慮する。
- 用途が専用工場、住居併用工場にあたる場合は、圧壊によらない出火件数の計算方法が異なる。



火気器具・電熱器具による出火算出フロー



**火気器具・電熱器具のうち圧壊によらない出火算出フロー
(専用工場・住居併用工場の場合)**

$$(\text{圧壊による出火件数}) = (\text{圧壊棟数}) \times (\text{時刻別圧壊出火率})$$

$$(\text{圧壊棟数}) = (\text{全壊棟数}) \times (\text{圧壊率})$$

$$(\text{圧壊によらない出火件数}) = (\text{構造別用途別戸数・事業所数}) \times ((1 - \text{圧壊率}) \times (\text{用途別・震度別・季節別・時刻別出火率}))$$

$$(\text{構造別用途別戸数・事業所数}) = (\text{構造別用途別建物延床面積}) \times (\text{用途別の延床面積 } 1 \text{ m}^2 \text{ あたり戸数・事業所数})$$

※専用工場・住居併用工場の場合

$$(\text{構造別用途別事業所数}) = (\text{構造別用途別建物棟数})$$

$$(\text{火気器具・電熱器具による出火件数})$$

$$= (\text{圧壊による出火件数}) + (\text{圧壊によらない出火件数})$$

$$(\text{初期消火後の火気器具・電熱器具による出火数})$$

$$= (1 - \text{初期消火率}) \times (\text{火気器具・電熱器具による出火件数})$$

1) 圧壊率

- 前回と同様、全壊建物のうち、岡田・高井（平成 11（1999）年）の定義による D 5 以上の被害を圧壊とする。

2) 時刻別圧壊出火率

- 圧壊建物からの出火率は、前回と同様、冬早朝5－6時について0.0355%とし時刻別に算出する。
- 時刻係数は、住宅の5－6時における出火要因器具別使用率の合計に対する他の使用時間帯の使用率の比率とする。

$$\text{(冬の時刻別圧壊出火率)} = 0.0355\% \times \text{(時刻係数)}$$

$$\text{(圧壊による出火件数)} = \text{(圧壊棟数)} \times \text{(時刻別圧壊出火率)}$$

3) 建物用途別・震度別・時刻別出火率

- 揺れによる建物被害の計算から、メッシュ別の構造別全壊率を求める。さらに、1)の圧壊率を用いて、構造別用途別に圧壊でない建物棟数を求める。
- これに、東京消防庁が実施した火気電気使用実態調査の結果等から作成した建物用途別・震度別・時刻別の出火率を基にした出火率テーブルに基づき、各メッシュの震度分布に応じて、圧壊によらない出火件数を求める。住宅、共同住宅の出火率の設定において、高齢者世帯からの出火が懸念されるため出火率を補正する。

$$\begin{aligned} \text{(圧壊によらない出火件数)} &= \text{(構造別用途数)} \times (1 - \text{(圧壊率)}) \\ &\quad \times \text{(用途別・震度別・季節別・時刻別出火率)} \end{aligned}$$

用途別出火率

用途	構造	震度5弱			震度5強			震度6弱			震度6強			震度7		
		冬5時	冬12時	冬18時	冬5時	冬12時	冬18時	冬5時	冬12時	冬18時	冬5時	冬12時	冬18時	冬5時	冬12時	冬18時
映画館	木造	0.0000%	0.0037%	0.0031%	0.0000%	0.0173%	0.0148%	0.0009%	0.0344%	0.0295%	0.0033%	0.0471%	0.0387%	0.0171%	0.1453%	0.1017%
	非木造	0.0000%	0.0034%	0.0028%	0.0000%	0.0155%	0.0133%	0.0008%	0.0310%	0.0268%	0.0030%	0.0424%	0.0348%	0.0154%	0.1308%	0.0916%
飲食店	木造	0.0000%	0.0006%	0.0007%	0.0000%	0.0017%	0.0020%	0.0002%	0.0083%	0.0213%	0.0012%	0.0265%	0.0722%	0.0162%	0.1312%	0.2931%
	非木造	0.0000%	0.0006%	0.0007%	0.0000%	0.0016%	0.0018%	0.0002%	0.0074%	0.0191%	0.0011%	0.0238%	0.0650%	0.0146%	0.1181%	0.2638%
百貨店	木造	0.0000%	0.0006%	0.0003%	0.0000%	0.0024%	0.0013%	0.0005%	0.0074%	0.0027%	0.0027%	0.0176%	0.0056%	0.0445%	0.0921%	0.0645%
	非木造	0.0000%	0.0005%	0.0003%	0.0000%	0.0022%	0.0012%	0.0004%	0.0067%	0.0024%	0.0024%	0.0158%	0.0050%	0.0401%	0.0829%	0.0581%
物販店	木造	0.0000%	0.0006%	0.0003%	0.0000%	0.0024%	0.0013%	0.0005%	0.0074%	0.0027%	0.0027%	0.0176%	0.0056%	0.0445%	0.0921%	0.0645%
	非木造	0.0000%	0.0005%	0.0003%	0.0000%	0.0022%	0.0012%	0.0004%	0.0067%	0.0024%	0.0024%	0.0158%	0.0050%	0.0401%	0.0829%	0.0581%
ホテル・旅館	木造	0.0004%	0.0053%	0.0036%	0.0009%	0.0217%	0.0137%	0.0060%	0.0528%	0.0509%	0.0274%	0.1018%	0.1481%	0.2864%	0.2907%	0.8985%
	非木造	0.0004%	0.0048%	0.0033%	0.0008%	0.0195%	0.0123%	0.0054%	0.0475%	0.0458%	0.0247%	0.0916%	0.1332%	0.2577%	0.2616%	0.8086%
病院	木造	0.0009%	0.0101%	0.0061%	0.0011%	0.0446%	0.0272%	0.0040%	0.0900%	0.0551%	0.0166%	0.1321%	0.1179%	0.1729%	0.5590%	1.5814%
	非木造	0.0008%	0.0091%	0.0055%	0.0010%	0.0401%	0.0244%	0.0036%	0.0810%	0.0496%	0.0149%	0.1189%	0.1062%	0.1556%	0.5031%	1.4232%
保育所	木造	0.0001%	0.0009%	0.0002%	0.0002%	0.0041%	0.0007%	0.0010%	0.0121%	0.0022%	0.0046%	0.0309%	0.0070%	0.0242%	0.0781%	0.0297%
	非木造	0.0001%	0.0008%	0.0001%	0.0002%	0.0037%	0.0007%	0.0009%	0.0109%	0.0020%	0.0041%	0.0278%	0.0063%	0.0218%	0.0703%	0.0268%
幼稚園	木造	0.0000%	0.0005%	0.0000%	0.0000%	0.0023%	0.0001%	0.0002%	0.0065%	0.0006%	0.0018%	0.0185%	0.0028%	0.0331%	0.0765%	0.0313%
	非木造	0.0000%	0.0004%	0.0000%	0.0000%	0.0021%	0.0001%	0.0002%	0.0059%	0.0005%	0.0016%	0.0167%	0.0025%	0.0297%	0.0689%	0.0282%
小学校・大学	木造	0.0000%	0.0037%	0.0013%	0.0000%	0.0144%	0.0062%	0.0024%	0.0370%	0.0146%	0.0090%	0.0875%	0.0319%	0.0655%	0.3843%	0.2400%
	非木造	0.0000%	0.0033%	0.0012%	0.0000%	0.0129%	0.0056%	0.0021%	0.0333%	0.0131%	0.0081%	0.0787%	0.0287%	0.0590%	0.3459%	0.2160%
公衆浴場	木造	0.0003%	0.0013%	0.0008%	0.0017%	0.0063%	0.0039%	0.0038%	0.0193%	0.0162%	0.0056%	0.0386%	0.0382%	0.0137%	0.0760%	0.0719%
	非木造	0.0003%	0.0012%	0.0007%	0.0015%	0.0056%	0.0035%	0.0034%	0.0173%	0.0146%	0.0051%	0.0348%	0.0344%	0.0123%	0.0684%	0.0647%
工場・作業場	木造	0.0000%	0.0034%	0.0009%	0.0001%	0.0153%	0.0043%	0.0014%	0.0336%	0.0098%	0.0049%	0.0573%	0.0183%	0.0159%	0.1504%	0.0645%
	非木造	0.0000%	0.0030%	0.0008%	0.0001%	0.0138%	0.0039%	0.0013%	0.0302%	0.0088%	0.0044%	0.0515%	0.0165%	0.0143%	0.1354%	0.0581%
事務所	木造	0.0000%	0.0022%	0.0010%	0.0000%	0.0105%	0.0047%	0.0010%	0.0224%	0.0108%	0.0037%	0.0352%	0.0192%	0.0165%	0.0968%	0.0580%
	非木造	0.0000%	0.0020%	0.0009%	0.0000%	0.0094%	0.0042%	0.0009%	0.0202%	0.0097%	0.0033%	0.0317%	0.0173%	0.0148%	0.0871%	0.0522%
住宅	木造	0.0001%	0.0001%	0.0004%	0.0004%	0.0003%	0.0015%	0.0012%	0.0011%	0.0043%	0.0034%	0.0030%	0.0109%	0.0189%	0.0177%	0.0381%
	非木造	0.0001%	0.0001%	0.0004%	0.0004%	0.0004%	0.0016%	0.0013%	0.0012%	0.0047%	0.0040%	0.0037%	0.0125%	0.0195%	0.0204%	0.0425%
共同住宅	木造	0.0001%	0.0001%	0.0003%	0.0003%	0.0003%	0.0014%	0.0009%	0.0008%	0.0035%	0.0026%	0.0021%	0.0080%	0.0154%	0.0105%	0.0277%
	非木造	0.0000%	0.0000%	0.0002%	0.0002%	0.0001%	0.0008%	0.0006%	0.0006%	0.0024%	0.0019%	0.0017%	0.0055%	0.0096%	0.0095%	0.0220%

4) 初期消火率

- 用途別の初期消火成功率は、東京消防庁の設定に基づき以下のとおりとする。

用途別初期消火成功率(冬夕)

震度	5弱	5強	6弱	6強	7
映画館	29%	29%	29%	13%	7%
キャバレー	54%	54%	54%	25%	12%
飲食店	55%	55%	55%	25%	13%
料理店	55%	55%	55%	25%	13%
物品販売店・百貨店	55%	55%	55%	25%	13%
旅館・ホテル	52%	52%	52%	24%	12%
共同住宅	56%	56%	56%	26%	13%
病院・診療所	50%	50%	50%	23%	11%
保育所	58%	58%	58%	26%	13%
幼稚園	58%	58%	58%	26%	13%
学校	60%	60%	60%	27%	14%
公衆浴場	40%	40%	40%	18%	9%
工場・作業場	57%	57%	57%	26%	13%
事務所	44%	44%	44%	20%	10%
住宅	58%	58%	58%	26%	13%

用途別初期消火成功率(冬昼)

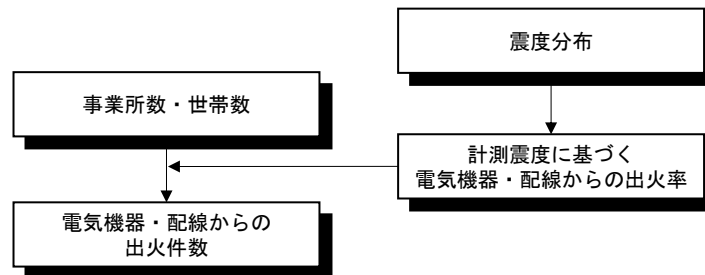
震度	5弱	5強	6弱	6強	7
映画館	45%	45%	45%	21%	10%
キャバレー	71%	71%	71%	32%	16%
飲食店	52%	52%	52%	23%	12%
料理店	52%	52%	52%	23%	12%
物品販売店・百貨店	50%	50%	50%	23%	11%
旅館・ホテル	54%	54%	54%	25%	12%
共同住宅	48%	48%	48%	22%	11%
病院・診療所	64%	64%	64%	29%	15%
保育所	75%	75%	75%	34%	17%
幼稚園	75%	75%	75%	34%	17%
学校	59%	59%	59%	27%	14%
公衆浴場	48%	48%	48%	22%	11%
工場・作業場	64%	64%	64%	29%	15%
事務所	52%	52%	52%	23%	12%
住宅	55%	55%	55%	25%	13%

用途別初期消火成功率(冬早朝)

震度	5弱	5強	6弱	6強	7
映画館	29%	29%	29%	13%	7%
キャバレー	43%	43%	43%	19%	10%
飲食店	45%	45%	45%	20%	10%
料理店	45%	45%	45%	20%	10%
物品販売店・百貨店	42%	42%	42%	19%	10%
旅館・ホテル	69%	69%	69%	31%	16%
共同住宅	54%	54%	54%	24%	12%
病院・診療所	50%	50%	50%	23%	11%
保育所	61%	61%	61%	28%	14%
幼稚園	61%	61%	61%	28%	14%
学校	52%	52%	52%	24%	12%
公衆浴場	48%	48%	48%	22%	11%
工場・作業場	36%	36%	36%	17%	8%
事務所	35%	35%	35%	16%	8%
住宅	58%	58%	58%	26%	13%

【電気機器・配線による出火】

- 電気機器・配線からの出火は計測震度と出火率の関係式を用いて、事業所数・世帯数に掛け合わせることで求めらる。

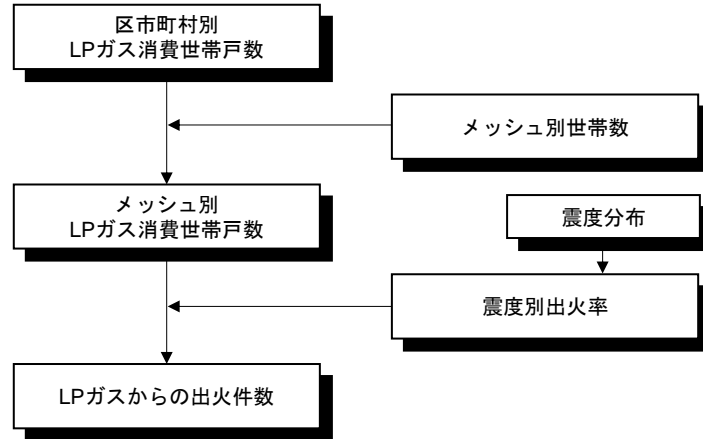


電気機器・配線による出火算出フロー

$$(\text{電気機器・配線からの出火数}) = (\text{事業所数・世帯数}) \times (\text{計測震度に基づく電気機器・配線からの出火率})$$

【LP ガスによる出火】

- 区市町村別 LP ガス消費世帯戸数とメッシュ別住宅棟数データから、メッシュ別に LP ガス消費世帯数を把握する。
- 転倒実験から LP ガスの出火率とメッシュ別の戸数を基に出火数を算出する。



LP ガスによる出火計算フロー

【感震ブレーカーの影響】

- 圧壊しない場合の電熱器具からの出火及び電気機器・配線からの出火に対しては、感震ブレーカーの効果（設置率：8.3%³）を考慮する。
- ただし、東京消防庁が実施した実験では一部不作為となるものもあったため、感震ブレーカーの効果は約 1 割低下することとした。

【参考】

- 東日本大震災においては 374 件の火災が発生した。ただし、津波火災 がその多くを占めており、揺れによる火災は 1/3 程度（127 件）である（廣井（平成 26（2014）年）による）。秦・原田（平成 26（2014）年）によれば、工場火災以外の揺れによる火災について、ガス・油類からの出火が 20.7%、電熱器からの出火が 26.4%、送配線・配線器具からの出火が 25.6%、電気機器・装置からの出火が 15.7%となっている。
- 平成 28 年熊本地震では火災が 15 件発生した。そのうち、電気配線・コンセント関連が 7 件、非常用電源設備関連が 2 件、電気器具関連が 2 件と、電気によるものが過半数を占める。また、ガス器具による出火も 2 件見受けられた。

³ 東京都「セーフシティ東京防災プラン進捗レポート 2021」による。

(2) 延焼

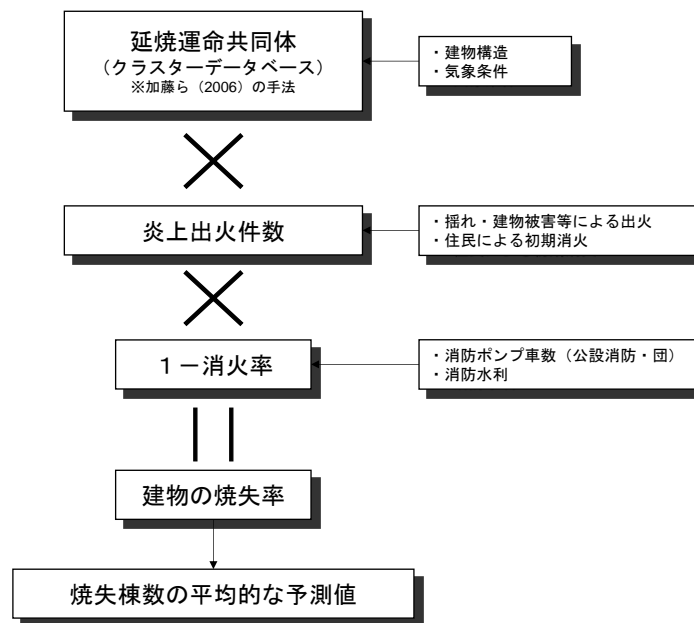
ア. 手法の概要

- 本調査では、前回と同様、地区の焼け止まり特性が詳細に反映される建物1棟ごとの構造（木造・防火木造・準耐火造、耐火造）など、マイクロデータを反映した評価手法（クラスター方式（加藤ら（平成18（2006）年の手法）））を採用する。
- 火災の被害は発生時刻、季節、気象条件によって状況が大きく異なる。そのため、発生時刻は、出火状況の違いを考慮するため、冬5時・冬12時・冬18時の3ケースを想定する。
- 季節については、火災の危険度が他の季節より高くなると考えられる冬季を対象とする。
- 気象条件のうち風速については、前回と同様、平常時として風速：4 m/s、強風時として風速：8 m/s とする。また、風向はいずれの場合も「北北西」とする。
- 公設消防及び消防団による消防活動の投入効果を考慮し、消防管轄区域別に消火率を決定する。消火率の算定においては、東京消防庁が設定している管轄エリアごとの面積を基準とし、消防ポンプ車や消防水利の密度算定に用いる。

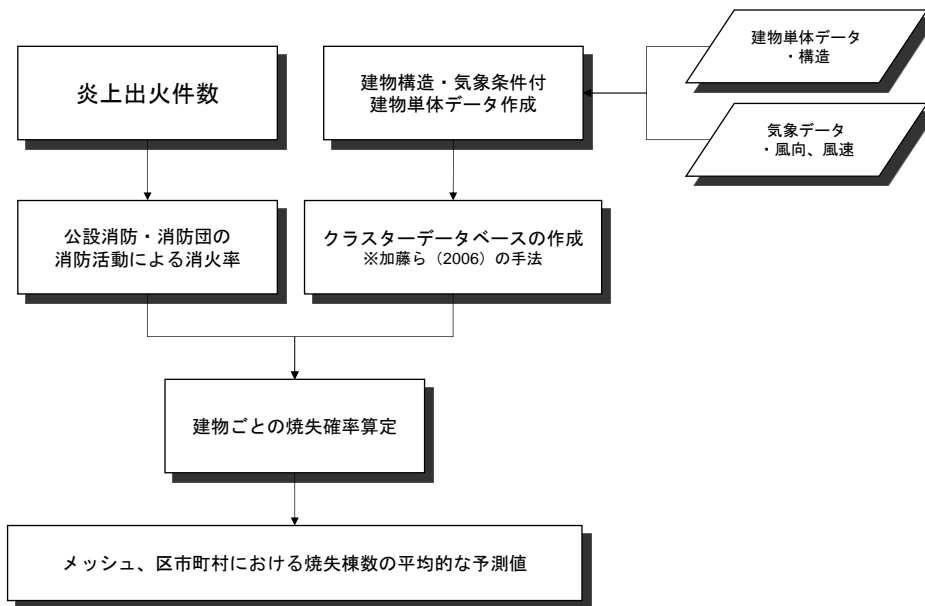
イ. 計算式やパラメーター設定

1) 延焼被害予測の全体の流れ

下図において、火災被害予測の概略（上段の図）、火災被害予測の全体の流れ（下段の図）を示す。



火災被害予測の概略



火災被害予測の全体の流れ

2) 消火率の設定

公設消防及び消防団の消防効果については、次式のとおり各パラメーターを掛け合わせ、消防管轄区域当たりの消火率を設定する。

$$P = P_D + (1 - P_D)P_S$$

P : 消火率、 P_D : 消防団の消火率、 P_S : 公設消防の消火率

①公設消防消火率

火災予防審議会・東京消防庁（2005）⁴を参照して以下のように設定する。

$$\text{○公設消防消火率（延焼阻止率）} = \left\{ 1 - \left(\frac{1-249705}{\text{地域面積}} \right)^{\text{水利数}} \right\} \times \frac{30}{\left\{ 29 \times (\text{消火活動開始所要時間} + \text{火点までの平均的な駆付け時間} + \text{ホース展開時間}) / 10 \right\}}$$

②消防団消火率

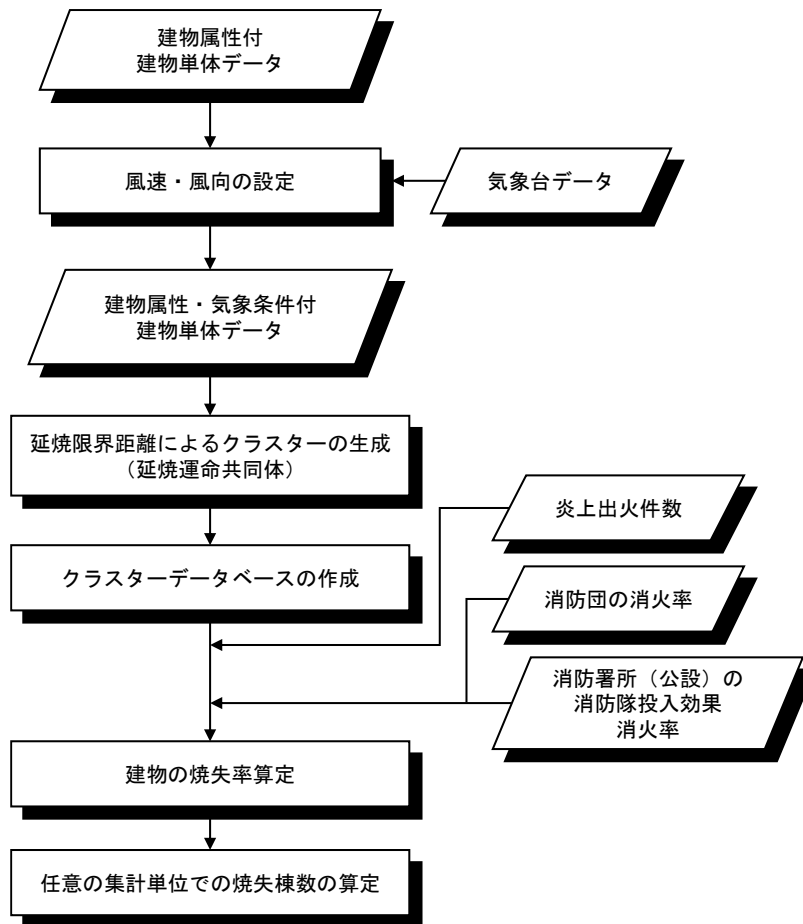
公設消防のポンプ車口数3口に対し、消防団のポンプ車口数2口であり、放水能力としては本来2/3であるが、震災時における過酷で活動困難な状況を想定し1/2と仮定し、次の式で設定する。

$$\text{○消防団消火率（延焼阻止率）} = \text{公設消防消火率} \times 1/2$$

⁴ 火災予防審議会・東京消防庁（平成17（2005）年）：「（火災予防審議会答申）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」，火災予防審議会・東京消防庁，平成18（2006）年3月

3) 延焼予測における建物単体データの整備

- ① 地震火災リスク評価を行い、今回被害想定を実施する各地震動ごとの焼失棟数の平均的な予測値を求める。



地震火災リスク評価の流れ

- ② 建物単体データに対し気象条件の割り当てを行ったうえで、延焼限界距離によるクラスターの生成を行う。下図にクラスターデータの拡大イメージを示す。



クラスターデータの拡大イメージ
(同じ色の範囲が同一クラスター)

③ 地震火災リスク評価は、次の手順で行う。

- i メッシュ別炎上出火件数を建物単体データに割り振り（メッシュ単位における建物棟数で炎上出火件数を除する）、建物単体における出火確率を設定する。
- ii i で設定した出火確率に対し、公設消防及び消防団による消火率を掛け合わせ、消防効果を加味した建物単体における出火確率を設定する。
- iii 延焼クラスターの考え方では、あるクラスターの中で1件以上出火するとそのクラスター全体が焼失するものとされているため、建物の焼失確率はその建物が属するクラスターから1件以上出火する確率に等しい。このことから、クラスターを構成する建物を n 棟、クラスターに属する建物の出火確率の平均値を \bar{p} とすると、各建物の焼失確率 P は、次の式で求められる。

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

- iv iii で求めた建物の焼失確率に対し、集計単位（メッシュ、あるいは、区市町村など）における焼失棟数の平均的な予測値 χ は、集計単位に含まれる建物の焼失確率 P_k の総和に等しくなることから、次の式で求められる。

$$\chi = \sum P_k$$

- v i ~ iv の流れに沿って地震別ケース別に焼失棟数を算定する。

【参考】

- 東日本大震災における大規模な市街地火災は沿岸部の自治体で発生しており、津波火災（津波を原因とした火災）によるものが中心であったと考えられる。
- 平成 28 年熊本地震においては、大規模な延焼火災に至った火災はなく（焼損棟数 22 棟）、想定手法の見直しにつながるような被害は生じていない。
- 地震による火災以外では、平成 28（2016）年の糸魚川大火によって、焼失 147 棟の建物が消失する被害が発生した。飛び火による同時多発的な延焼拡大が特徴である。

※焼損：火災により損害を受けること。建物火災は焼損の程度により、ぼや、部分焼、半焼、全焼に分けられる。

6.3.5 津波による建物被害

ア. 手法の概要

- 国土交通省「東日本大震災による被災現況調査」により、人口集中地区（DID）とそれ以外の地区で津波浸水深別・建物構造別被害率を分析し、全壊率、大規模半壊、半壊率を津波浸水深別に求める。
- 各メッシュの津波浸水深に応じて、全壊棟数、大規模半壊棟数、半壊棟数を算出する。なお、大規模半壊棟数は、半壊棟数の内数とする。

イ. 計算式やパラメーター設定

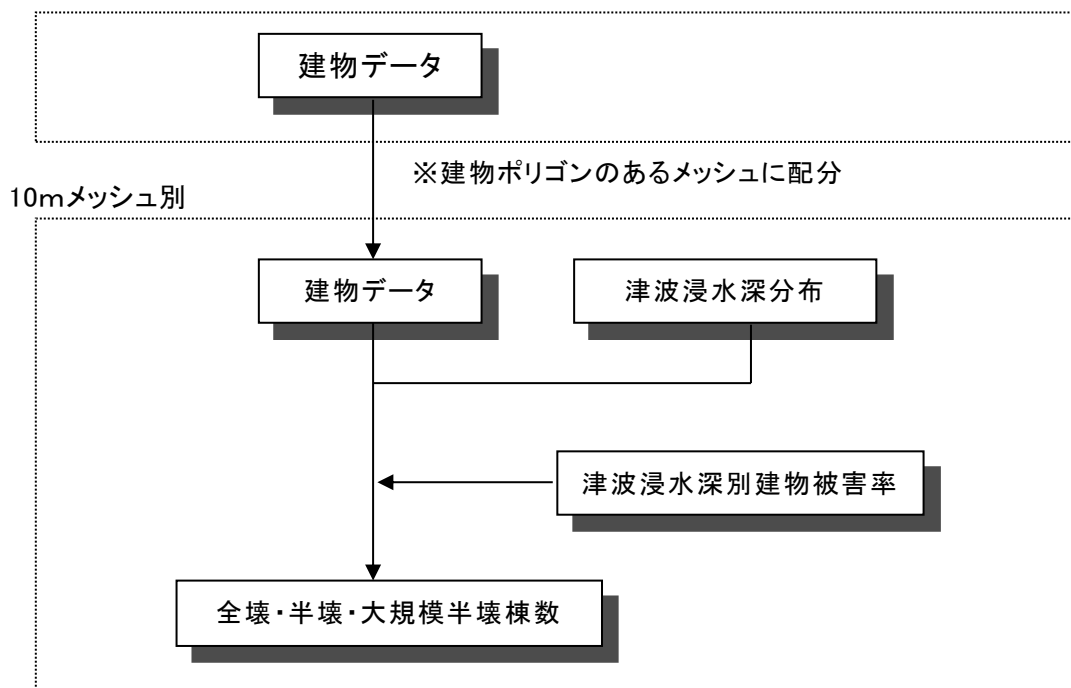
- 250mメッシュ別建物棟数を建物ポリゴンのある 10mメッシュに配分し、10mメッシュ別に津波浸水深と建物被害率の関係式より全壊・半壊・大規模半壊棟数を算出する。

(津波による全壊・半壊・大規模半壊棟数)

= (構造別の建物棟数) × (構造別・津波浸水深別の津波による全壊・半壊・大規模半壊率※)

※人口集中地区（DID）とそれ以外の地区で、建物被害率をそれぞれ設定

250mメッシュ別



算出フロー

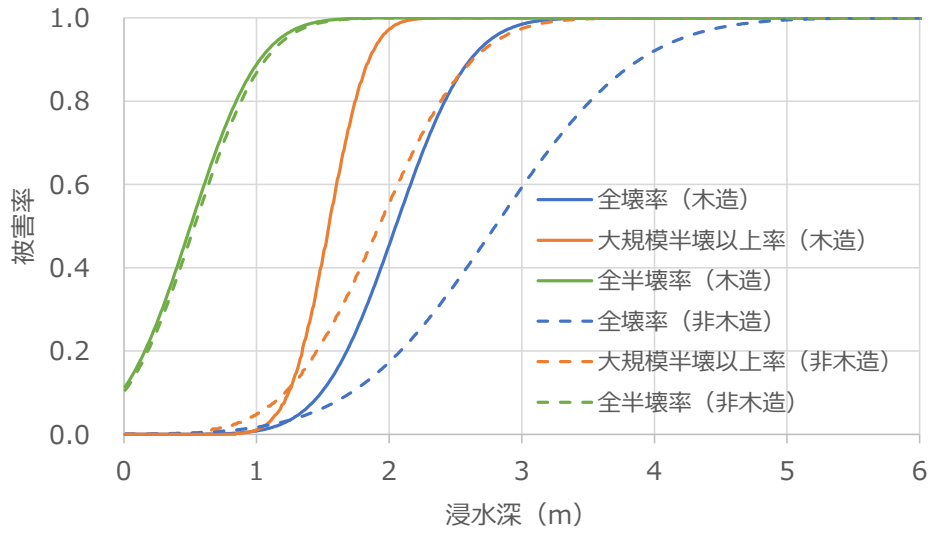


図 津波浸水深ごとの建物被害率(人口集中地区)

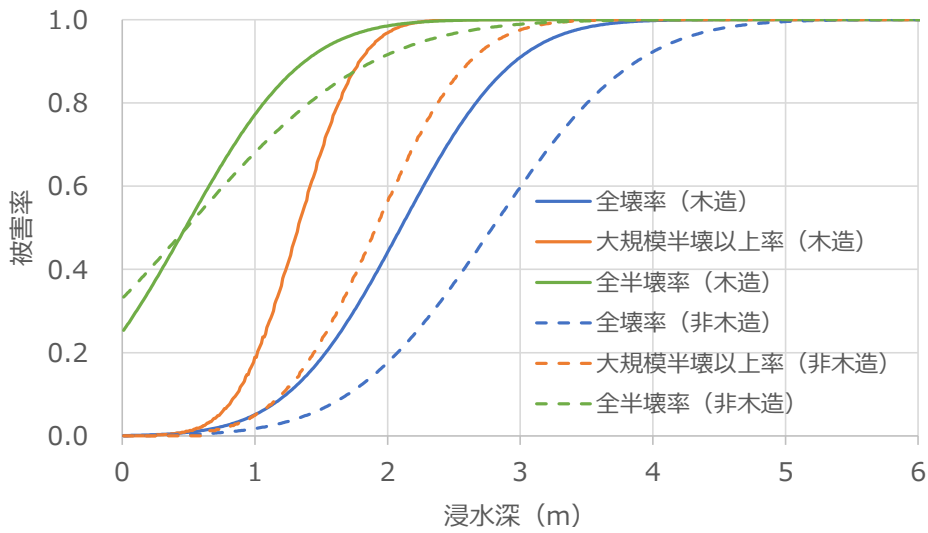
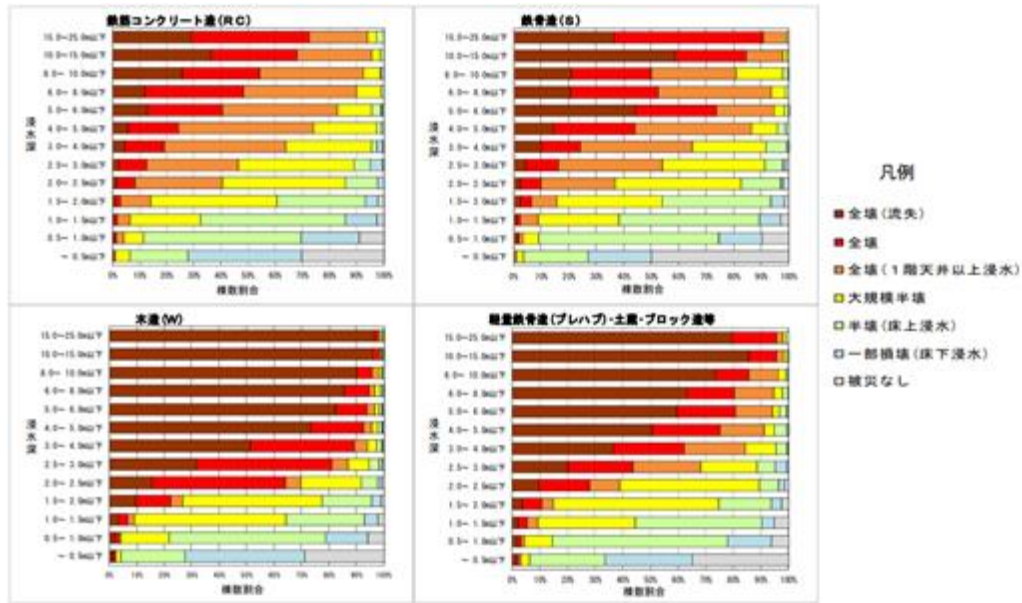


図 津波浸水深ごとの建物被害率(人口集中地区以外)

【参考】

- 東日本大震災の津波被災現況調査（国土交通省）によれば、津波によって約 24 万棟が被災し、うち約 13.6 万棟が全壊した。
- 本想定手法は、この被災実績における津波浸水深別・建物構造別被害率（下図）を踏まえたものである。

図 東日本大震災における津波浸水深別・建物構造別被害率



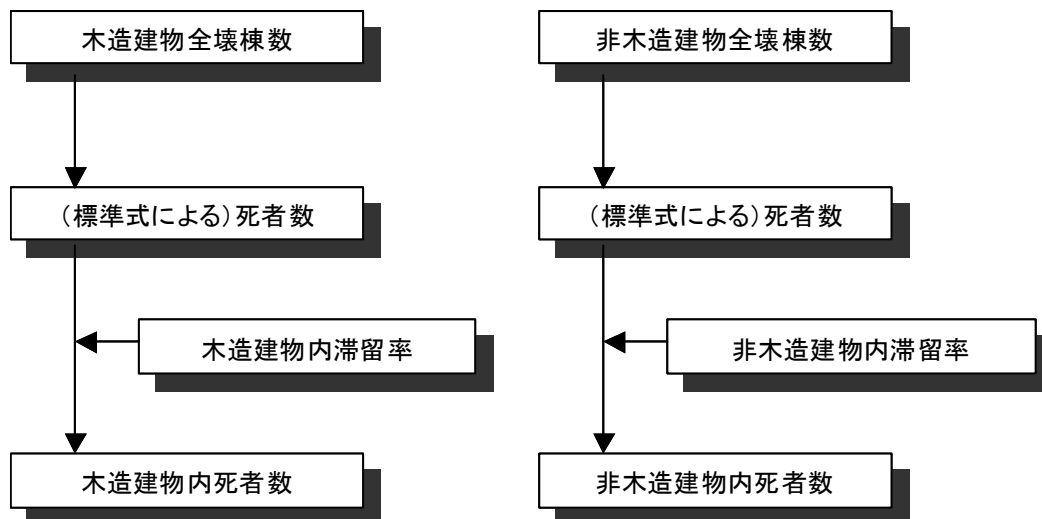
(出典) 国土交通省「東日本大震災の津波被災現況調査結果（第2次報告）」（平成 23（2011）年 10 月）

6.4 人的被害

6.4.1 建物倒壊等による人的被害

ア. 手法の概要

- 木造建物と非木造建物では人的被害の発生様相が異なるため、木造と非木造を区別して人的被害を想定する。
- 死者は、比較的最近で 300人以上の死者を出した 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）における建物被害と死者数の関係に基づいて算出する。
- 負傷者・重傷者は、阪神・淡路大震災における建物被害と負傷者率の関係に基づいて算出する。
- なお、下記手法で算出する「揺れによる人的被害」を「揺れによる人的被害」と「屋内収容物の転倒・落下等に伴う人的被害」に分けそれぞれ算出する。



算出フロー(揺れによる建物被害による死者数)

イ. 計算式やパラメーター設定

< 死者 >

- 木造の回帰式は、比較的最近の 300 人以上の死者を出した鳥取地震、東南海地震、南海地震、福井地震、阪神・淡路大震災の 5 地震の建物全壊棟数と死者数の関係を回帰して設定したものである。
- 非木造建物内の揺れによる死者の推計式は、中央防災会議、静岡県被害想定などの手法を補正して設定している。
- 下記の式で算出した死者数から屋内収容物の転倒・落下等に伴う死者数を除いたものを、揺れによる建物被害による死者数とする。

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

$$\begin{aligned} \text{(木造 死者数)} &= t_w \times \text{(区市町村別のゆれによる木造全壊棟数)} \\ &\quad \times \text{(木造建物内滞留率)} \end{aligned}$$

(非木造 死者数)

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

(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)

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

$$t_w = 0.0676 \quad t_n = 0.00840 \times \frac{P_{n0}}{P_{w0}} \times \frac{B_w}{B_n}$$

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)

<負傷者>

- 阪神・淡路大震災における建物被害率と負傷者率との関係を用いた大阪府（平成9（1997）年）の手法に従い、下記の式により負傷者数を算出する。
- 下記の式で算出した負傷者数から屋内収容物の転倒・落下等に伴う負傷者数を除いたものを、揺れによる建物被害による負傷者数とする。

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

$$(\text{木造負傷者数}) = (\text{木造建物内滞留人口}) \times (\text{負傷者率 木造})$$

$$(\text{非木造負傷者数}) = (\text{非木造建物内滞留人口}) \times (\text{負傷者率 非木造})$$

$$(\text{負傷者率}) = 0.12 \times (\text{揺れによる建物被害率}) \quad (0 \leq \text{建物被害率} < 0.25)$$

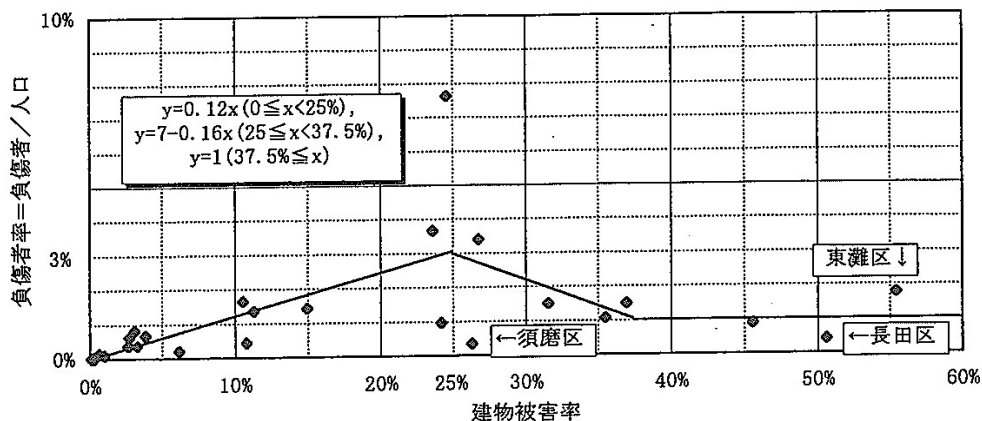
$$(\text{負傷者率}) = 0.07 - 0.16 \times (\text{揺れによる建物被害率}) \quad (0.25 \leq \text{建物被害率} < 0.375)$$

$$(\text{負傷者率}) = 0.01 \quad (0.375 \leq \text{建物被害率})$$

※負傷者率は木造／非木造別にそれぞれ算出する

$$(\text{揺れによる建物被害率}) = (\text{揺れによる全壊率}) + 1/2 \times (\text{揺れによる半壊率})$$

図表 阪神・淡路大震災時における建物被害率と負傷者率の関係⁵



⁵ 大阪府「大阪府地震被害想定調査（平成9（1997）年3月）」（p.157）

<重傷者>

- 阪神・淡路大震災における市区別の（揺れ・液状化による）建物全壊率と重傷者率との関係を用いて、下記の式により重傷者数を算出する。
- 下記の式で算出した重傷者数から屋内収容物の転倒・落下等に伴う重傷者数を除いたものを、揺れによる建物被害による重傷者数とする。

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

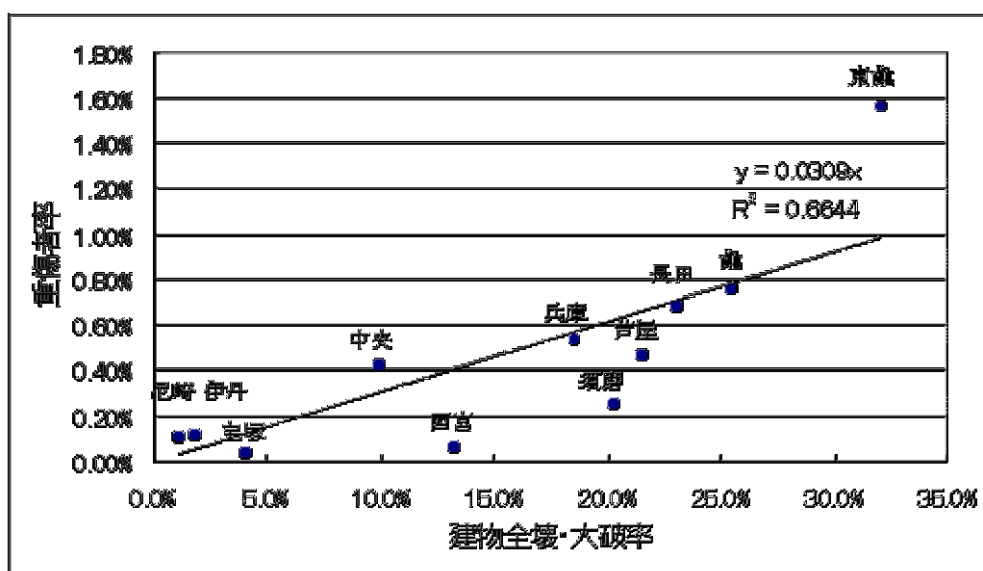
$$(\text{木造重傷者数}) = (\text{木造建物内滞留人口}) \times (\text{重傷者率 木造})$$

$$(\text{非木造重傷者数}) = (\text{非木造建物内滞留人口}) \times (\text{重傷者率 非木造})$$

$$(\text{重傷者率}) = 0.0309 \times (\text{ゆれによる建物全壊率})$$

※重傷者率は木造／非木造別にそれぞれ算出する

図表 阪神・淡路大震災時における建物全壊率と重傷者の関係⁶



【参考】

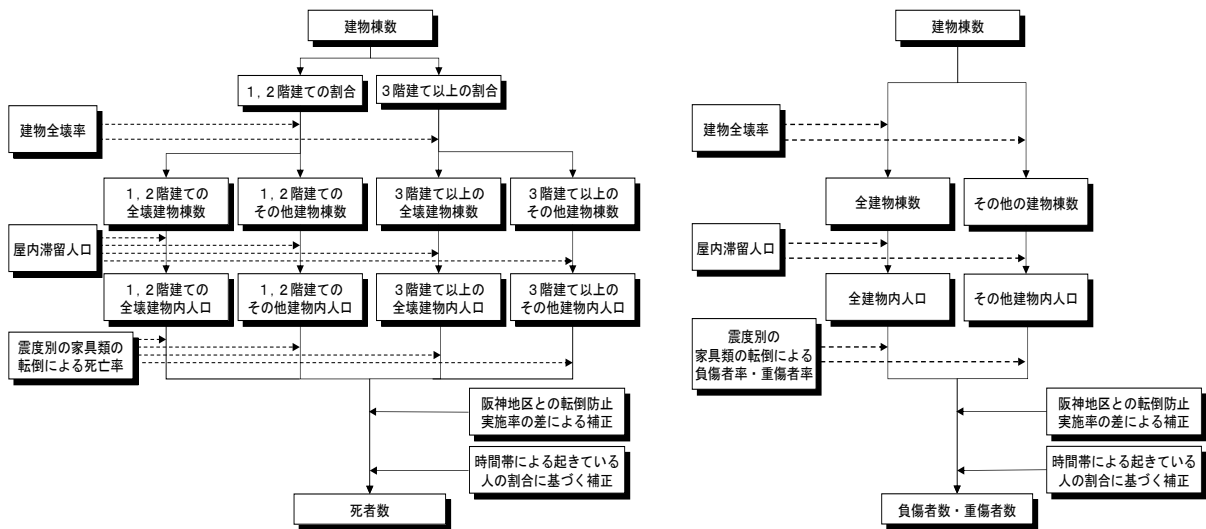
- 東日本大震災では、死者・行方不明者は2万人以上とされているが、その多くは津波被害によるものであり、内陸部の市町村における死者・行方不明者は100人強にとどまる。この傾向は建物被害も同様であり、揺れによる人的被害の算出式を見直すために十分なデータは得られていない。
- 平成28年熊本地震における死者数は300名弱であるが、災害関連死による死者数が多くを占めており、直接死者数は50名程度にとどまった。そのため、熊本地震においても揺れによる人的被害の算出式を見直すために十分なデータは得られていない。

⁶ 各市区別の建物全壊率データは、旧建設省建築研究所の調べによるもの

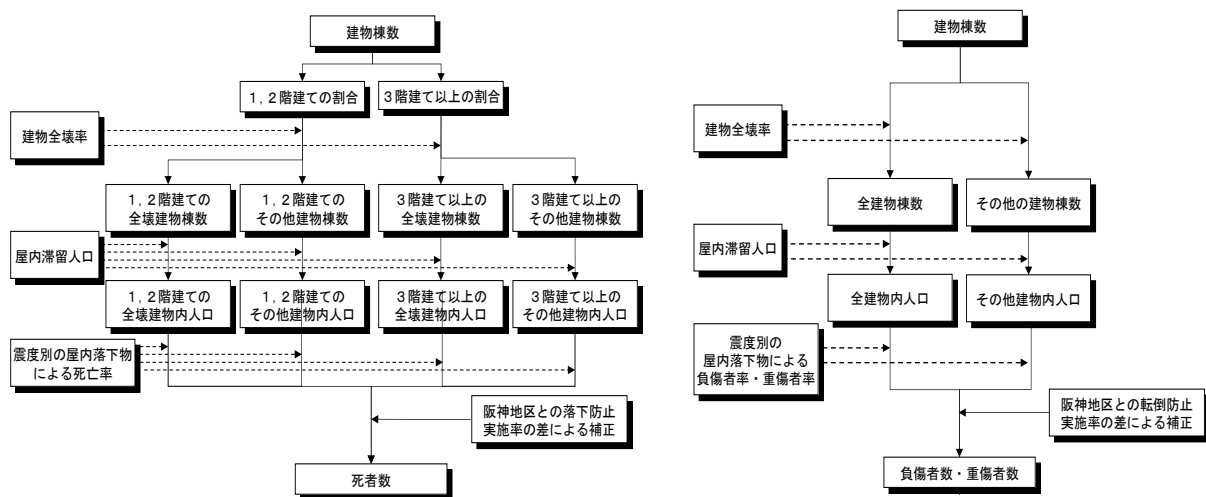
6.4.2 屋内収容物の転倒・落下等による人的被害

ア. 手法の概要

- 建物全壊率を基に、阪神・淡路大震災の被害実績を踏まえて算出する。
- 屋内収容物は、転倒防止措置が適切にとられていれば家屋の構造被害が生じない限り転倒・落下等の危険性を軽減することが可能であることから、現在の東京都における転倒防止実施率に応じた補正も行う。
 - 東京消防庁「消防に関する世論調査（令和2（2020）年）」によれば、東京都における家具類等の転倒・落下・移動防止対策実施率は57.3%である。



家具類の転倒による人的被害の算出フロー(左:死者数、右:負傷者数・重傷者数)



家具類の落下による人的被害の算出フロー(左:死者数、右:負傷者数・重傷者数)

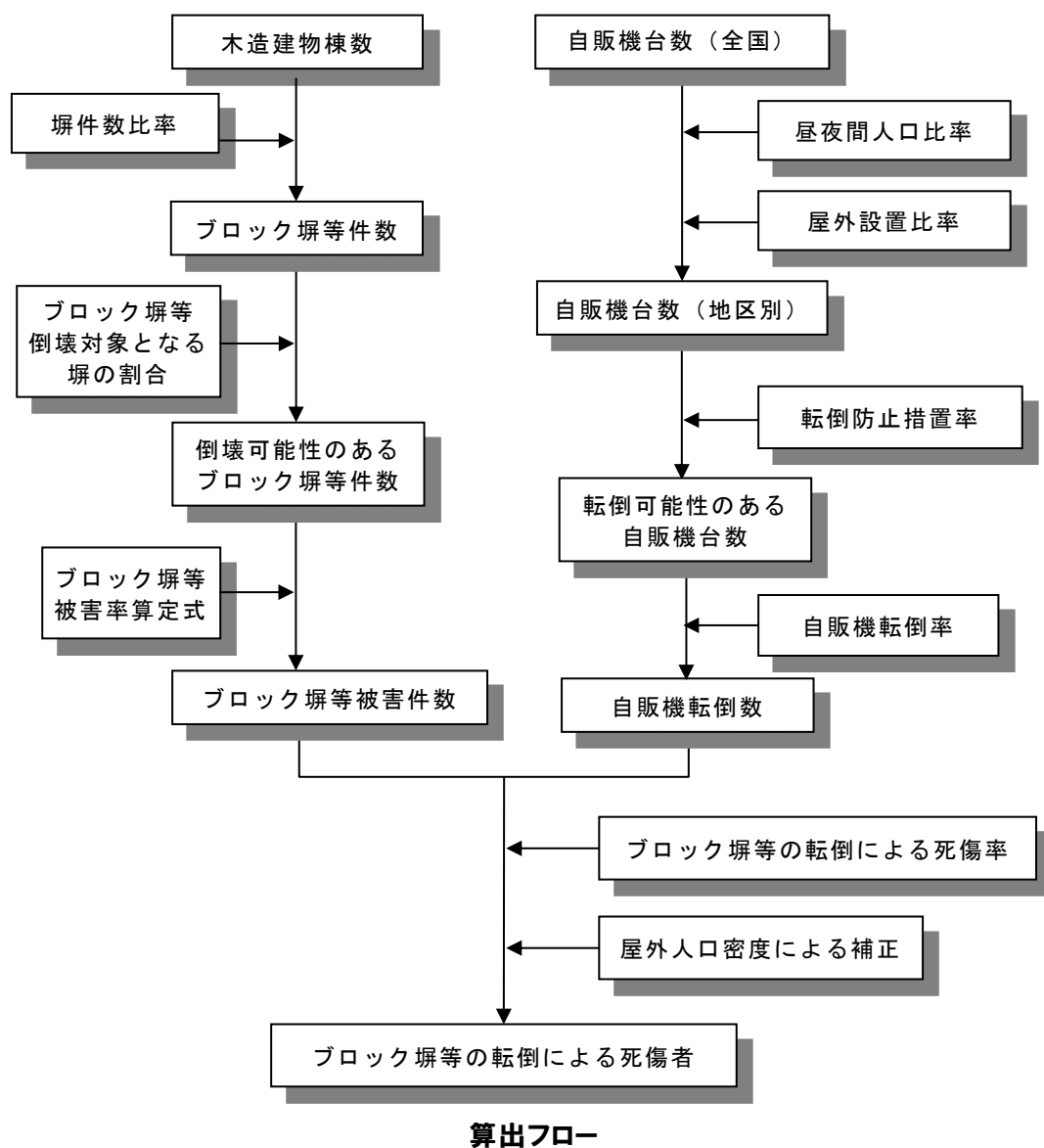
イ. 計算式やパラメーター設定

- 家具類の転倒と落下のそれぞれについて、全壊建物とその他建物に分けて被害率を乗じる。
- 上記の被害率は阪神・淡路大震災における被害実績に基づいて設定されているが、当時の阪神地区と現在の東京都での家具類等の転倒・落下・移動防止対策実施率の違いを考慮して補正する。
- 起床している場合は家具を手で押さえるなどして被害を抑制できる可能性があるため、NHK 国民生活時間調査（令和 2（2020）年）のデータを用いて、時間帯による起きている人の割合を用いた補正を行う。

6.4.3 ブロック塀等の転倒による人的被害

ア. 手法の概要

- 塀（ブロック塀、石塀、コンクリート塀）については、建物棟数から分布数を求め、昭和 53 年宮城県沖地震における地震動の加速度と被害率の関係式から被害数を求め、被害数に応じて死傷者数を算出する。
 - 木造建物 1 棟あたりのブロック塀等の存在割合については、平成 24（2012）年から令和 3（2021）年までの間に都内の区市町村が実施した調査の結果に基づいて、近年の状況を考慮する。
 - 時間帯別の滞留者数増減も考慮する。
- 自動販売機については、阪神・淡路大震災時の転倒率から転倒数を求め、転倒数に応じて死傷者数を算出する。



イ. 計算式やパラメーター設定

<ブロック塀等>

- 木造建物1棟あたりのブロック塀等の存在割合について、各区市町村による近年の調査データ（平成24（2012）年～令和3（2021）年）を基に設定した。区市町村単位の調査データがある区市町村についてはその値を、それ以外の区市町村についてはそれらの平均値から以下のとおり設定する。

木造建物1棟あたりのブロック塀等の存在割合(平均値)

塀の種類	木造建物1棟あたりの存在割合
ブロック塀	0.173 件/棟
石塀	0.027 件/棟
コンクリート塀	0.016 件/棟

- 上記のうち倒壊対象となる塀について、昭和53年宮城県沖地震の被害実績に基づく以下の式で被害率を求めて乗じ、ブロック塀等の被害件数を算出した。

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

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

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

- 死者については、昭和53年宮城県沖地震時のブロック塀等の被害件数と死者数との関係に基づき作成された平成9（1997）年東京都被害想定の手法で算出する。
- 負傷者については平成9（1997）年東京都被害想定では想定していないため、同様に昭和53年宮城県沖地震時の実態を踏まえて作成された静岡県第3次地震被害想定（平成13（2001）年）時の手法を用いる。
- 区市町村別屋外人口密度は実態が把握されていないため、交通センサス（平成17（2005）年）における歩行者数（平日12時間通行量）と、交通工学研究会編「交通工学ハンドブック（平成10（1998）年）」による交通流量と密度の関係から推定している。
- 時間変化については、東京都市圏交通計画協議会「第6回東京都市圏パーソントリップ調査（平成30（2018）年）」における移動者数の時間帯別推移を基に補正している。

$$\begin{aligned} & (\text{死者数}) = 0.00116 \times (\text{区市町村別の種別塀被害件数}) \\ & \quad \times ((\text{区市町村別屋外人口密度}) / 1689.16) (\text{人}/\text{km}^2) \times (\text{時間帯による補正係数}) \\ & (\text{負傷者数}) = 0.04 \times (\text{区市町村別の種別塀被害件数}) \\ & \quad \times ((\text{区市町村別屋外人口密度}) / 1689.16) (\text{人}/\text{km}^2) \times (\text{時間帯による補正係数}) \\ & (\text{重傷者数}) = 0.04 \times 0.39 \times (\text{区市町村別の種別塀被害件数}) \\ & \quad \times ((\text{区市町村別屋外人口密度}) / 1689.16) (\text{人}/\text{km}^2) \times (\text{時間帯による補正係数}) \end{aligned}$$

※1689.16 人/k m²は、昭和 53 年宮城県沖地震当時の仙台市の屋外人口密度

※0.00116、0.04、0.39、1689.16：昭和 53 年宮城県沖地震時のブロック塀等の被害件数と死者数との関係から求めた係数である。

<自動販売機>

- 日本全国の自動販売機台数（4,045,800台：令和2（2020）年12月時点）から区市町村別の自動販売機台数を推計し、揺れの大きさに応じてその転倒数を算出した。
- 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たうえで、自動販売機とブロック塀の幅の平均長の比（1：12.2）によって補正して算出する。

$$\begin{aligned} \text{（死者数）} &= 0.00116 \times \text{（区市町村別の屋外自動販売機転倒数）} \\ &\quad \times \left(\text{（区市町村別屋外人口密度）} / 1689.16 \right) \text{（人} / \text{km}^2 \text{）} / 12.2 \\ &\quad \times \text{（時間帯による補正係数）} \end{aligned}$$

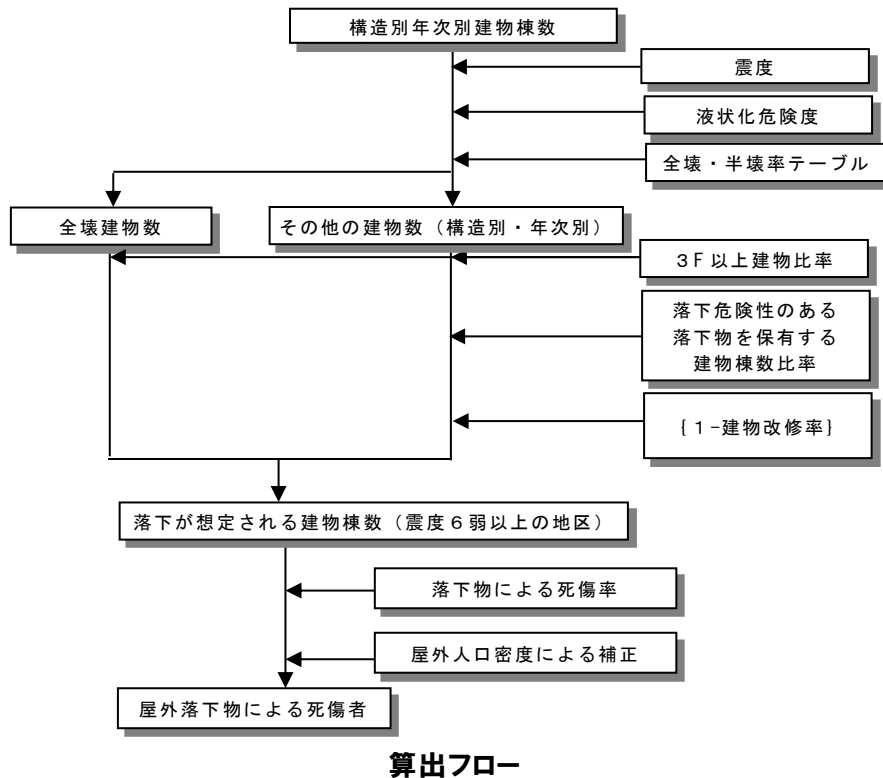
$$\begin{aligned} \text{（負傷者数）} &= 0.04 \times \text{（区市町村別の屋外自動販売機転倒数）} \\ &\quad \times \left(\text{（区市町村別屋外人口密度）} / 1689.16 \right) \text{（人} / \text{km}^2 \text{）} / 12.2 \\ &\quad \times \text{（時間帯による補正係数）} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{（重傷者数）} &= 0.04 \times 0.39 \times \text{（区市町村別の屋外自動販売機転倒数）} \\ &\quad \times \left(\text{（区市町村別屋外人口密度）} / 1689.16 \right) \text{（人} / \text{km}^2 \text{）} / 12.2 \\ &\quad \times \text{（時間帯による補正係数）} \end{aligned}$$

6.4.4 屋外落下物による人的被害

ア. 手法の概要

- 「建物被害により発生する落下物が想定される建物棟数」と「建物被害がなくとも落下物が想定される建物棟数」をそれぞれ算出したうえで、阪神・淡路大震災の被害実績から、死傷者数を算出する。
 - 時間帯別の滞留者数の増減も考慮する。



イ. 計算式やパラメーター設定

$$\begin{aligned}
 (\text{死者数}) &= 0.000046 \times \text{落下が想定される建物棟数} \\
 &\times ((\text{区市町村別屋外人口密度}) / 1689.16) (\text{人}/\text{km}^2) \times (\text{時間帯による補正係数}) \\
 (\text{負傷者数}) &= 0.0034 \times \text{落下が想定される建物棟数} \\
 &\times ((\text{区市町村別屋外人口密度}) / 1689.16) (\text{人}/\text{km}^2) \times (\text{時間帯による補正係数}) \\
 (\text{重傷者数}) &= 0.000036 \times \text{落下が想定される建物棟数} \\
 &\times ((\text{区市町村別屋外人口密度}) / 1689.16) (\text{人}/\text{km}^2) \times (\text{時間帯による補正係数})
 \end{aligned}$$

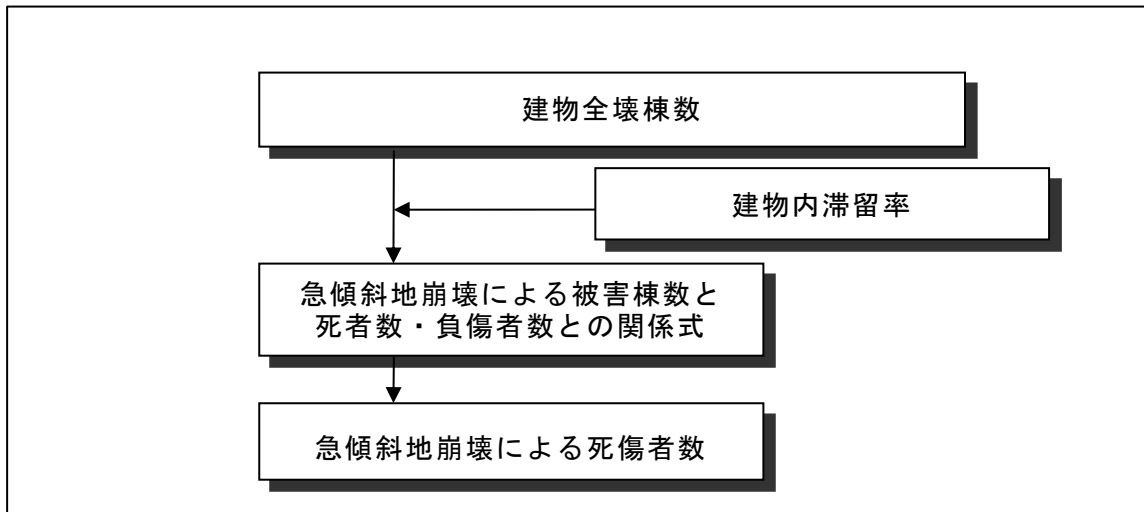
※1689.16 人/k m²は、昭和 53 年宮城県沖地震当時の仙台市の屋外人口密度

※下線部: 補正率 0.000046、0.0034、0.000036: 静岡県第 3 次地震被害想定(平成 13(2001)年)より

6.4.5 急傾斜地崩壊による人的被害

ア. 手法の概要

- 昭和 42（1967）～56（1981）年に起こった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より算出する。



イ. 計算式やパラメーター設定

- 東京都[1991]の手法に従い、昭和 42（1967）年から昭和 56（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）。
- 急傾斜地崩壊による負傷者の程度別の実態データは把握されていないため、中央防災会議の設定と同様に、負傷者数の半数が重傷者であるものと仮定する。

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

$$(\text{木造 死者数}) = 0.098 \times (\text{崖崩れによる木造全壊棟数}) \times 0.7 \\ \times (\text{木造建物内滞留人口比率})$$

$$(\text{非木造 死者数}) = 0.098 \times (\text{崖崩れによる非木造全壊棟数}) \\ \times (\text{非木造建物内滞留人口比率})$$

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

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

$$(\text{木造建物内滞留人口比率}) \\ = (\text{発生時刻の木造建物内滞留人口}) \div (\text{木造建物内滞留人口の 24 時間平均})$$

$$(\text{非木造建物内滞留人口比率}) \\ = (\text{発生時刻の非木造建物内滞留人口}) \div (\text{非木造建物内滞留人口の 24 時間平均})$$

6.4.6 自力脱出困難者

(1) 自力脱出困難者

ア. 手法の概要

- 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て、揺れによる建物全壊率から算出する。

イ. 計算式やパラメーター設定

- 阪神・淡路大震災における要救助者の発生状況から、以下のとおり設定する。

(自力脱出困難者数) = (屋内滞留人口) × (自力脱出困難者発生率)

(自力脱出困難者発生率) = 0.117 × (揺れによる建物全壊率)

(2) 津波による要救助者（島しょ地域のみ）

ア. 手法の概要

- 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。

イ. 計算式やパラメーター設定

- 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。
- 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。
- 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 最大浸水深別の中高層階滞留に伴う要救助者の設定

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
1 m未満	(自力脱出可能とみなす)
1 m以上 6 m未満	3階以上の滞留者が要救助対象
6 m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

6.4.7 火災被害による人的被害

ア. 手法の概要

- 人的被害の発生要因として、炎上出火家屋からの逃げ遅れ、倒壊後に焼失した家屋内の救出困難（生き埋め等）、延焼拡大時の逃げまどいの3点を想定し、それぞれの死傷者数を算出する。

人的被害発生のシナリオ	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・負傷した人

イ. 計算式やパラメーター設定

<死者>

- 炎上出火家屋からの逃げ遅れ：平常時火災の被害率から算出する。

$$\begin{aligned} \text{(炎上出火家屋内から逃げ遅れた死者数)} &= 0.042^* \times \text{出火件数} \times \text{(屋内滞留人口比率)} \\ \text{(屋内滞留人口比率)} &= \text{(発生時刻の屋内滞留人口)} \div \text{(屋内滞留人口の24時間平均)} \end{aligned}$$

※平常時火災による死者数から算定（東京消防庁、平成22年～令和元年）

- 倒壊後に焼失した家屋内の救出困難：阪神・淡路大震災の被害実績から算出する。
 - 要救助者数の算定は阪神・淡路大震災時の実態に基づく推計式（東京都被害想定（平成9（1997）年））を用いる。
 - 全壊かつ焼失する家屋内の要救助者数のうち、家族、親戚、近所の人による救出者（要救助者数の72%：阪神・淡路大震災の被害実績に基づく）を除く人数については早期救出は困難とする。
 - 救出困難な要救助者数のうち、全壊による死者数を除いた人数を、閉じ込めによる死者数とする。

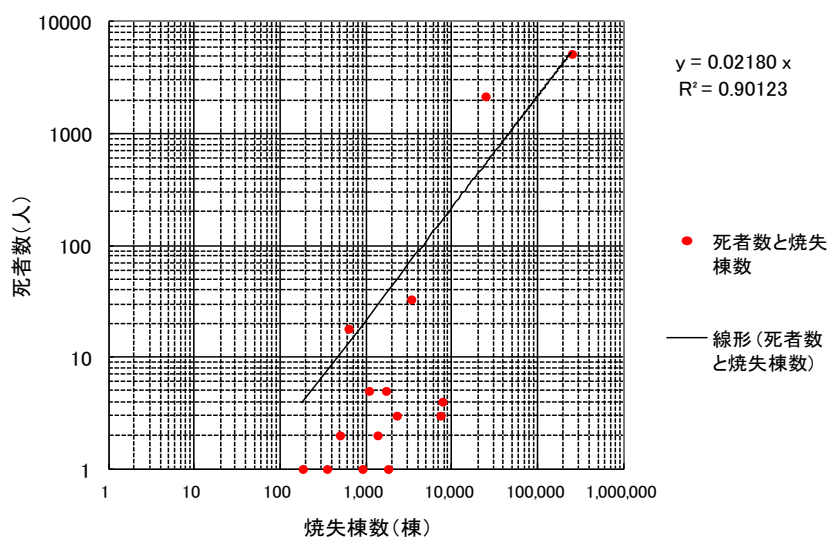
$$\begin{aligned} \text{(閉込めによる死者数)} &= \text{(全壊かつ焼失家屋内の救出困難な人)} \times (1 - \text{生存救出率} 0.387) \\ \text{(全壊かつ焼失家屋内の救出困難な人)} &= (1 - \text{早期救出可能な割合} 0.72) \times \text{(全壊かつ焼失家屋内の要救助者数)} \\ \text{(全壊かつ焼失家屋内の要救助者数)} &= (\text{自力脱出困難者発生率} 0.117) \times (\text{全壊率} (\%) \\ &\quad \div 100) \times (\text{全壊かつ焼失棟数} / \text{全壊棟数}) \\ &\quad \times (\text{発生時刻の出火家屋内滞留人口}) \\ \text{(全壊かつ焼失棟数)} &= (\text{全壊棟数}) \times (\text{焼失棟数} / \text{建物棟数}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(発生時刻の出火家屋内滞留人口)} &= \text{(発生時刻の屋内滞留人口)} \\ &\times \text{(出火件数 / (事業所数 + 住宅戸数))} \end{aligned}$$

- 延焼拡大時の逃げまどい：過去の大火被害（主には関東大震災）での焼失棟数と死者数の関係に基づいて算出する。

$$\begin{aligned} \text{(延焼火災による死者数)} \\ &= \{0.02180 \times \text{(焼失棟数)}\} \times \text{(屋内滞留人口比率)} \\ \text{(屋内滞留人口比率)} &= \text{(発生時刻の屋内滞留人口)} \div \text{(屋内滞留人口の 24 時間平均)} \end{aligned}$$

※係数 0.02180 は死者数と焼失棟数の関係（下図）による



死者数と焼失棟数の関係⁷

⁷ 東京都被害想定（平成9（1997）年）

<負傷者・重傷者>

- ・ 炎上出火家屋からの逃げ遅れ：東京都（平成9（1997）年）の手法（P633）に基づき、平時の火災における負傷者発生率から算定する。

（出火直後の火災による重傷者数）＝ $0.238 \times \text{出火件数} \times \text{（屋内滞留人口比率）}$

（出火直後の火災による軽傷者数）＝ $0.596 \times \text{出火件数} \times \text{（屋内滞留人口比率）}$

（屋内滞留人口比率）＝ $\text{（発生時刻の屋内滞留人口）} \div \text{（屋内滞留人口の24時間平均）}$

- ・ 延焼拡大時の逃げまどい：東京都（平成9（1997）年）の手法（P634）に基づき、過去の大火被害における焼失棟数と負傷者数のデータを用いて導いた関係式による算定する。

（延焼火災による重傷者数）

＝ $0.053 \times \{0.5206 \times \text{（焼失棟数）} - 253.37\} \times \text{（屋内滞留人口比率）}$

（延焼火災による軽傷者数）

＝ $0.137 \times \{0.5206 \times \text{（焼失棟数）} - 253.37\} \times \text{（屋内滞留人口比率）}$

ただし、焼失棟数<650のとき

（延焼火災による重傷者数）＝ $0.053 \times 0.1308 \times \text{（焼失棟数）} \times \text{（屋内滞留人口比率）}$

（延焼火災による軽傷者数）＝ $0.137 \times 0.1308 \times \text{（焼失棟数）} \times \text{（屋内滞留人口比率）}$

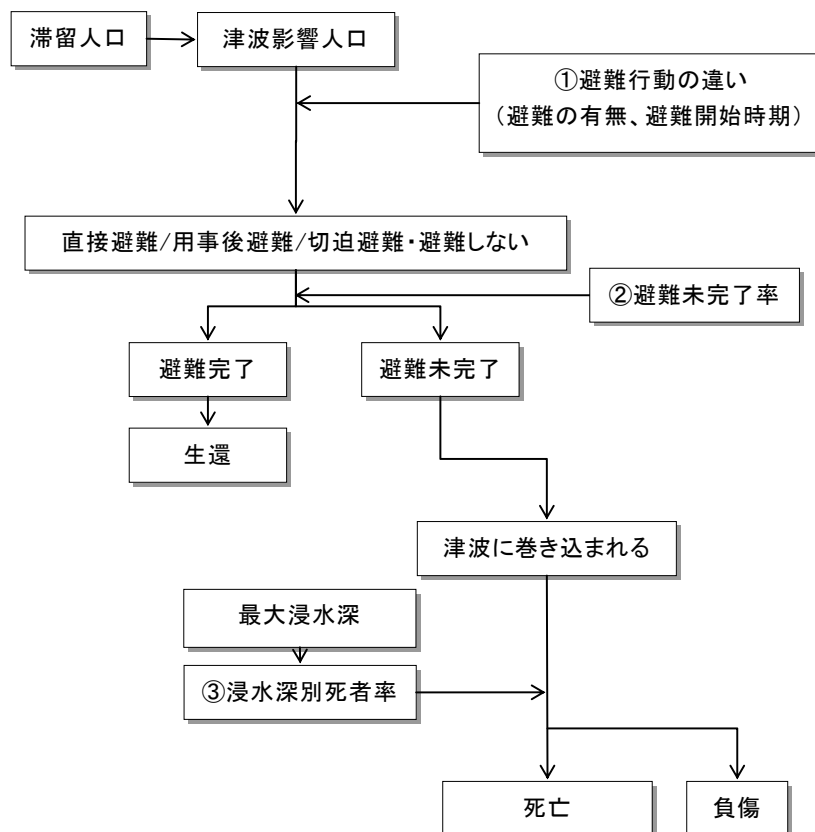
（屋内滞留人口比率）＝ $\text{（発生時刻の屋内滞留人口）} \div \text{（屋内滞留人口の24時間平均）}$

【参考】

- ・ 東日本大震災における死者のうち焼死者は1.1%であり（平成23（2011）年版 防災白書による）、火災による人的被害はわずかであった。そのため、延焼棟数と死者の関係式を見直すための十分なデータは得られていない。
- ・ 平成28年熊本地震においては死者のうち1名が火災によるものであるが、周囲では隣家が類焼しているのみであり、大規模な市街地火災によるものではない。

③津波に巻き込まれた場合の死傷者数は、浸水深別死者率の関数から算出する。

- 早朝発災の場合には、昼発災の場合より避難が遅れることが想定される。早朝の場合には、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%に低下するものと仮定する。
- 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であっても、切迫的に避難する者以外は水平避難を前提とする。切迫避難者については、最大浸水深別の避難対象者を次のように設定する。



算出フロー

イ. 計算式やパラメーター設定

避難行動の違い(避難の有無、避難開始時期)

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)	
38.7%	58.0%	3.3%

※島しょ地域を対象とした避難意識調査結果より設定

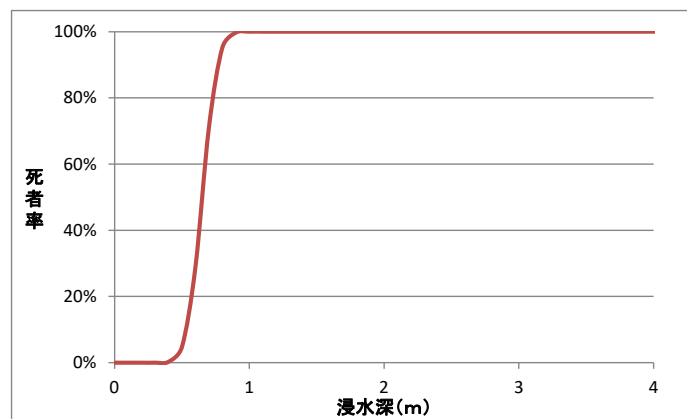
地形別及び行動特性別の避難速度(km/時)⁸

	健常者中心	避難行動要支援 者同行
平野部	2.72	1.89
傾斜部	1.72	1.20

※平野部＝勾配5%未満、傾斜部＝勾配5%以上

切迫避難における高層階滞留条件⁸

最大浸水深	避難対象者
30cm 以上 6 m 未満	1、2 階滞留者が避難
6 m 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



津波に巻き込まれた場合の死者率

※浸水深 30cm 以上で死者発生、浸水深 1 m で全員死亡という正規分布の累積分布関数。死亡以外は負傷とする。

⁸ 中央防災会議「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」(令和3(2021)年12月)

【参考】

- 東日本大震災では死因の90%以上が溺死によるものであり(平成23(2011)年版 防災白書による)、津波による死者・行方不明者が多数に上った。国交省調査によれば、津波に対する危機意識の違いによって、避難開始時間に差が生じていたとともに、歩行困難な同行者がいた場合には避難速度が低下していた。
- 都は、令和3年(2021)度に、島しょ地域の住民(14,603全世帯)を対象とした避難意識調査を実施し、津波浸水想定地域の把握(把握している:約72%)や津波避難意識(すぐに避難する:約39%)などの現況を把握し、本被害想定での避難行動別の比率に使用した。

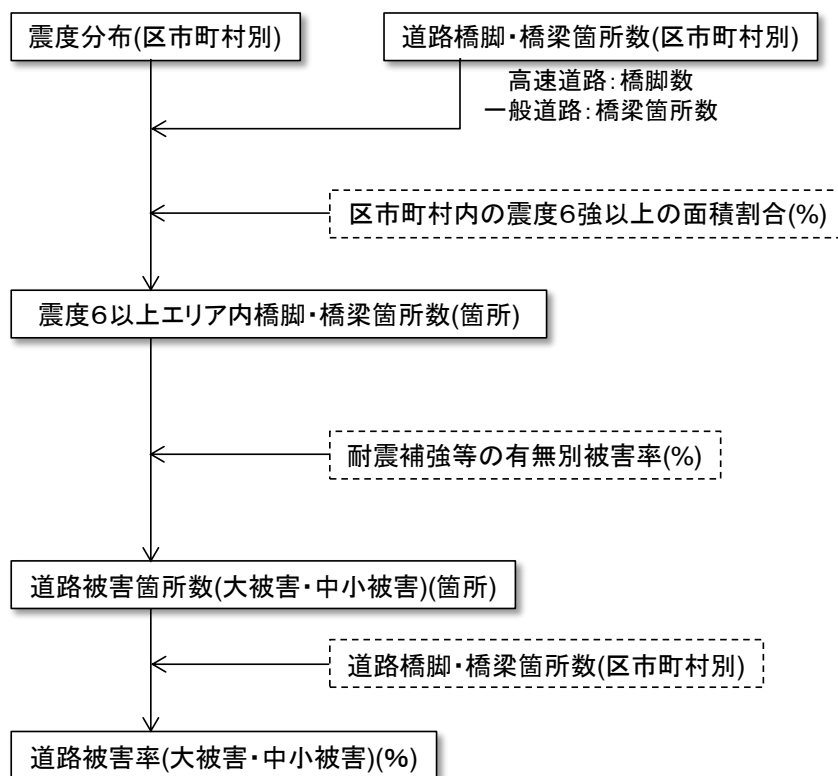
6.5 交通インフラ被害

6.5.1 道路

(1) 施設被害

ア. 手法の概要

- 道路施設のうち道路橋梁及び橋脚の被害可能性を定量的に推計する。
- 阪神・淡路大震災時の被害実態に基づいた橋梁・橋脚被害率を用いて、道路被害箇所数及び道路被害率を大被害、中小被害別に算出する。
- 落橋や橋の変形等を大被害、部分的な亀裂やコンクリートの剥離等を中小被害とする。



算出フロー

大被害及び中小被害の定義

被害の程度	内容
大被害	<ul style="list-style-type: none"> • 落橋や橋の変形など、<u>短期的には救助活動や緊急物資の輸送路としての機能等を回復できない程度</u>の損傷
中小被害	<ul style="list-style-type: none"> • 部分的又な亀裂、コンクリートの剥離など限定的な損傷であり、<u>修復をすることなく又は応急修復程度で救助活動や緊急物資の輸送路としての機能を回復できる程度</u>の損傷

イ. 計算式やパラメーター設定

- 橋梁・橋脚被害率の算出の数式は以下のとおり。

$$\begin{aligned} & \text{(橋梁・橋脚被害率 (\%))} \\ & = \{ (\text{震度 6 強以上エリア内橋梁数} \cdot \text{橋脚数}) \times [(\text{S55 以前基準準拠橋脚被害率}) \\ & \quad \times \{ 1 - (\text{S55 以降基準に該当する橋脚の割合}) \} + (\text{S55 以降基準準拠橋脚被害率}) \\ & \quad \times (\text{S55 以降基準に該当する橋脚の割合})] \} \div (\text{管理橋梁数} \cdot \text{橋脚数}) \end{aligned}$$

震度 6 強以上エリアに属する橋梁・橋脚数
 = 橋脚数(橋梁数) (区市町村別) × 区市町村内の震度 6 強以上エリアの面積割合 (%)

※ **震度 6 強以上エリアの面積割合 (%)**
 = 区市町村別の震度 6 強以上エリア面積 / 区市町村ごとの全体の面積

一般道路の橋脚・橋梁数 (区市町村別) : 東京都及び関東地方整備局よりデータを収集
 高速道路の橋脚数 (区市町村別) : 事業者よりデータを収集

阪神・淡路大震災の被害実態に基づく道路橋脚の被害率⁹

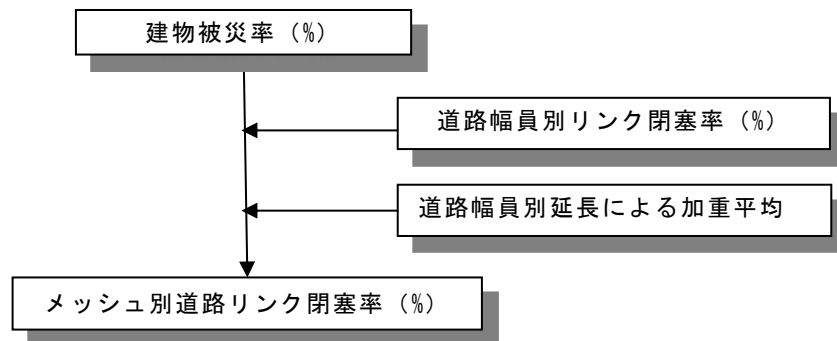
道路種別 (道示準拠年次別)	大被害	中・小被害	被害なし	合計
S55 より前の基準に準拠 (耐震性低)	8.2%	33.9%	57.9%	100.0%
S55 以降の基準に準拠 (耐震性高)	0.0%	16.3%	83.7%	100.0%

⁹ 兵庫県南部地震道路橋震災対策委員会「兵庫県南部地震における道路橋の被災に関する調査報告書 (平成 7 (1995) 年)」(P 40) を基に作成

(2) 細街路の閉塞

ア. 手法の概要

- 倒壊した周辺家屋の倒れ込みによる道路リンク閉塞の発生率を、阪神・淡路大震災の被害実績に基づく建物被災率と道路リンク閉塞率の関係に基づいて算出する。
- 幅員 13m 未満の道路を対象として、幅員別の道路リンク閉塞率を算出し、幅員別延長で加重平均をとることでメッシュ別の道路リンク閉塞率を算出する。



算出フロー

イ. 計算式やパラメーター設定

- 揺れ・液状化による全壊率、半壊率から建物被災率を求める。

$$\text{建物被災率 (\%)} = \text{建物全壊率 (\%)} + \text{建物半壊率 (\%)} \div 2$$

- 阪神・淡路大震災における被害実態に基づき、建物被災率から道路幅員別リンク閉塞率を求める。

【幅員 3.5m 未満の道路】

$$\text{道路リンク閉塞率 (\%)} = 0.9009 \times \text{建物被災率 (\%)} + 19.845$$

【幅員 3.5m 以上 5.5m 未満の道路】

$$\text{道路リンク閉塞率 (\%)} = 0.3514 \times \text{建物被災率 (\%)} + 13.189$$

【幅員 5.5m 以上 13m 未満の道路】

$$\text{道路リンク閉塞率 (\%)} = 0.2229 \times \text{建物被災率 (\%)} - 1.5026$$

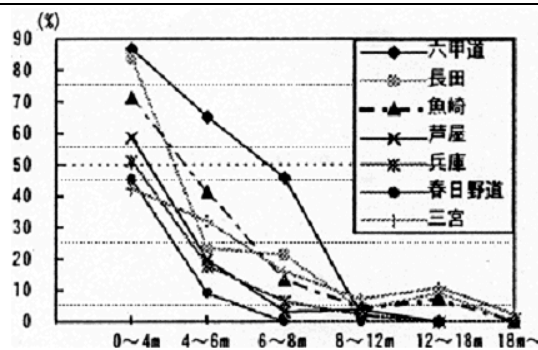
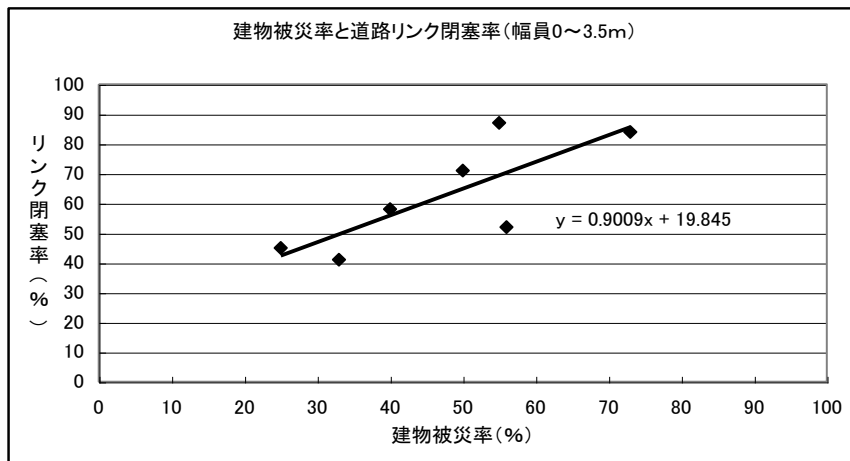


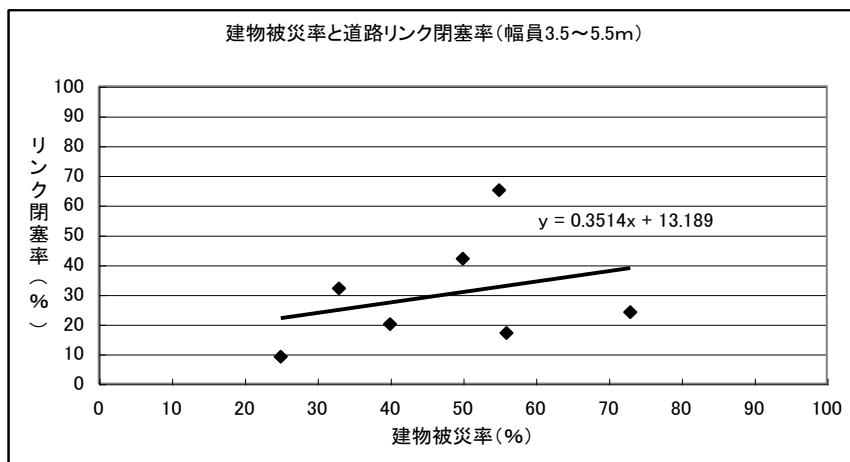
図 阪神・淡路大震災時における道路幅員(横軸)と道路リンク閉塞率(縦軸)の実態¹⁰

¹⁰ 家田ら「阪神・淡路大震災における「街路閉塞現象」に着目した街路網の機能的障害とその影響」, 土木学会論文集 No. 576/IV-37, 69-82, 平成9 (1997) 年. 10 (P 286)

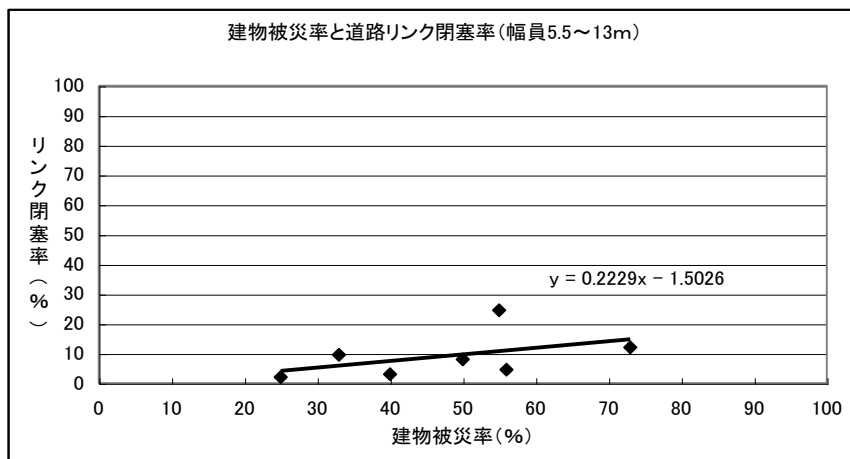
阪神・淡路大震災時の家屋被災率と道路幅員別の道路リンク閉塞率との統計的な関係¹¹



※ 幅員 0 ~ 4 m の道路のリンク閉塞率データで代用



※ 幅員 4 ~ 6 m の道路のリンク閉塞率データで代用

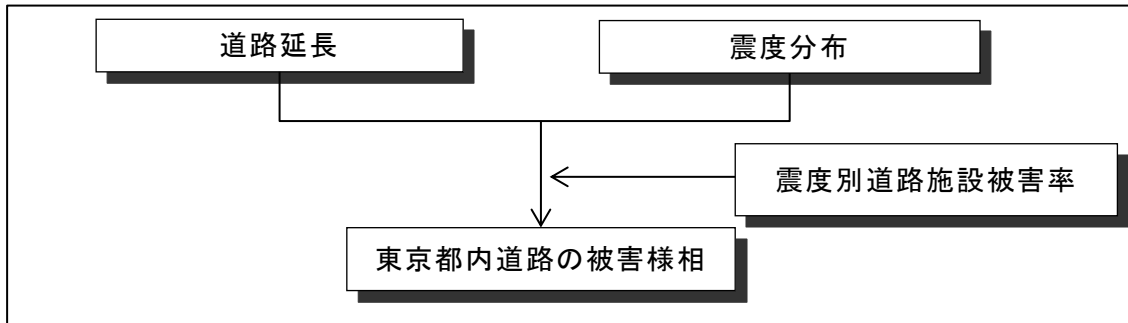


¹¹ 家田ら「阪神・淡路大震災における「街路閉塞現象」に着目した街路網の機能的障害とその影響」, 土木学会論文集 No. 576/IV-37, 69-82, 平成9 (1997) 年. 10 (P 286) に基づき作成

(3) 緊急輸送道路の沿道建築物被害

ア. 手法の概要

- 特定緊急輸送道路の沿道建築物のうち未耐震あるいは耐震未診断の建物について、6.3.1 で示した揺れによる建物被害の想定手法を適用した場合の全壊棟数を算出したうえで、道路データと紐づけて道路延長 1 km あたりの全壊棟数を算出する。



イ. 計算式やパラメーター設定

- 特定緊急輸送道路の沿道建築物(未耐震あるいは耐震未診断)の建物データを用いた。この建物データは特定緊急輸送道路の道路データと紐づいており、各建物がどの道路に面しているかを把握できる。
- 上記の建物データに対して 6.3.1 で示した揺れによる建物被害の想定手法を適用し、全壊棟数を算出する。
- 算出した全壊棟数を都全体で集計するとともに、特定緊急輸送道路のリンク単位でも集計し、各リンクの延長(km)で除することで、道路延長 1 km あたりの全壊棟数も算出する。

(4) 緊急輸送道路の交通渋滞

ア. 手法の概要

- 発災時に応急活動等に活用される緊急輸送道路においても、交通渋滞が発生した場合には緊急車両の交通支障の可能性が想定される。平常時の交通量調査における混雑時の走行速度を用いて渋滞区間を特定し評価する。

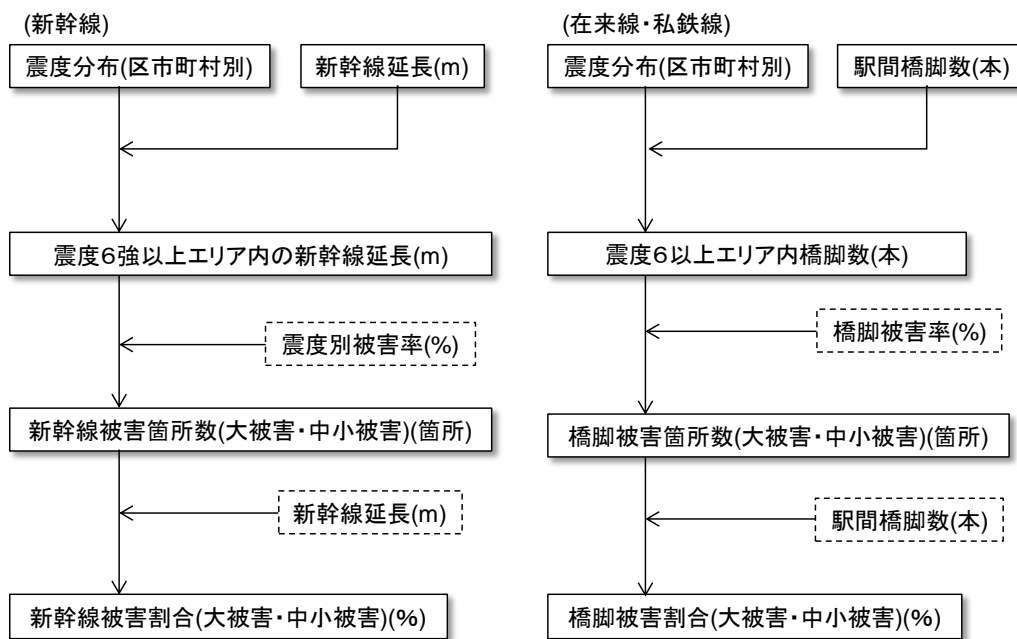
イ. 計算式やパラメーター設定

- 緊急輸送道路は、平成 23 年東京都公報（第 14938 号）告示第 1010 号に基づき特定する。
- 警視庁が交通量統計を取りまとめる際には、「走行速度が時速 20km 以下」の場合を渋滞と定義している。ただし、渋滞の定義は道路や交通の管理者ごとに異なる。
- 以上の考え方に基づき、道路交通センサス（2015）における「平均旅行速度（km/h）」のうち、「混雑時」の速度を元に、各路線において走行時速が「15km/h」、「20km/h」以下となる区間を特定し、路線の総延長に対して渋滞割合を算出した。この結果はあくまで道路交通センサス（2015）による平時の交通量を示したものであり、参考値である。

6.5.2 鉄道

ア. 手法の概要

- 鉄道施設被害は「新幹線」及び「在来線・私鉄線」に分けて推計を行う。
- 阪神・淡路大震災時の被害実態に基づいた新幹線及び在来線・私鉄線の被害率を用いて、施設被害箇所数及び施設被害率を大被害、中小被害別に算出する。
- 地下部については、シールドトンネルは耐震構造で、開削トンネルも概ね全ての区間で耐震補強済みのため、交通支障に至る被害は発生しないものとする。
- 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。



算出フロー

イ. 計算式やパラメーター設定

- 被害割合の算出の数式は以下のとおり。

(新幹線)

被害割合(%)=[震度6強以上エリア内新幹線延長(km)×震度別被害率(%)]÷新幹線延長(km)

(在来線・私鉄線)

被害割合(%)=[震度6強以上エリア内橋脚数×震度別被害率(%)]÷全橋脚数

表 新幹線の橋脚被害率¹²

	震度	耐震化前	耐震強化後
大被害の発生率 [箇所/km]	7	5.71%	0%
	6強	2.67%	0%
中小被害の発生率 [箇所/km]	7	51.4%	57.1% [※]
	6強	24.0%	26.7% [※]

※ 橋脚の耐震強化が実施されたのが阪神・淡路大震災後であるため、実態の被害率データが存在しない。よって、耐震強化前の大被害が中小被害まで被害軽減される事を設定しつつも、耐震強化前の中小被害がどれくらい被害軽減されるかを評価できない。そのため、耐震強化後の中小被害率を耐震強化前の「大被害率+中小被害率」によって求める。

※ 耐震強化後の震度7の中小被害率＝耐震強化前の大被害率＋耐震強化前の中小被害率
 $= 5.71\% + 51.4\% = 57.11\%$ (小数点第二位を切り捨て)

耐震強化後の震度6強の中小被害率＝耐震強化前の大被害率＋耐震強化前の中小被害率
 $= 2.67\% + 24.0\% = 26.67\%$ (小数点第二位を切り上げ)

表 在来線・私鉄線の橋脚被害率¹³

	震度	耐震化前	耐震強化後
大被害（落橋・倒壊）	6強以上	0.29%	0
中小被害（損傷・亀裂）	6強以上	3.15%	3.44% [※]

※ 橋脚の耐震強化が実施されたのが阪神・淡路大震災後であるため、実態の被害率データが存在しない。よって、耐震強化前の大被害が中小被害まで被害軽減されることを設定しつつも、耐震強化前の中小被害がどれくらい被害軽減をされるかの評価が困難である。

そのため、耐震強化後の中小被害率を耐震強化前の「大被害率+中小被害率」とする。

「大被害率+中小被害率＝0.29%+3.15%
 $= 3.44\%$ 」

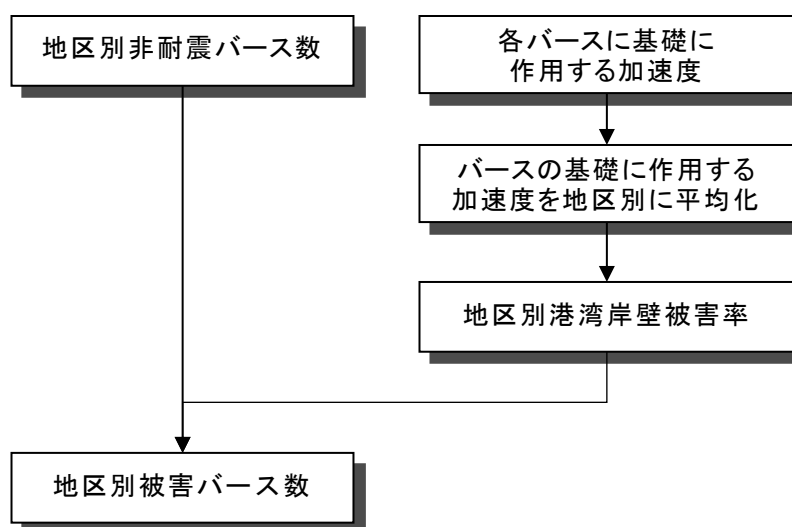
¹² 東京都被害想定（平成9（1997）年）を基に集計

¹³ 運輸省鉄道局「よみがえる鉄路（平成8（1996）年）」を基に集計

6.5.3 港湾

ア. 手法の概要

- 岸壁の被害による港湾機能支障率を算出する。
- 各港湾構造物の基礎に作用する工学的基盤¹⁴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バース数を算出する。
- 東京港内の6つの地区別に港湾被害について検討する。

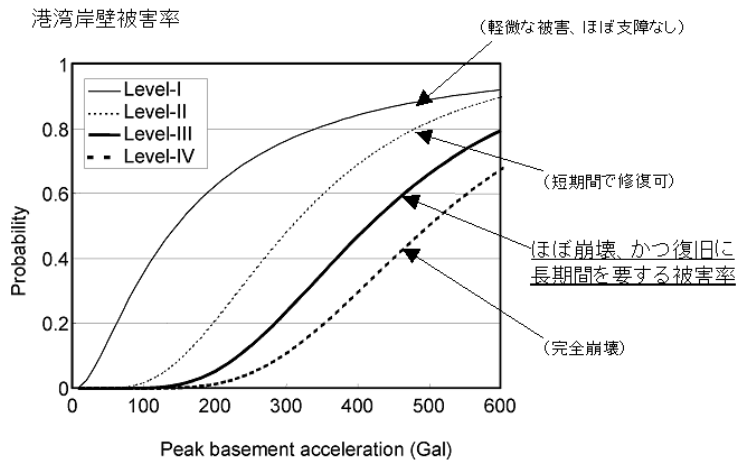


算出フロー

イ. 計算式やパラメーター設定

被害バース数 = 非耐震バース数 × 港湾岸壁被害率
港湾岸壁被害率 $F(a) = \Phi[\{\ln(a/c)\}/\xi]$
Φ : Level-Ⅲに該当する標準正規分布の累積分布関数
a : 最大加速度
Level-Ⅲに該当するパラメーター $c=414.8$ 、 $\xi=0.45$

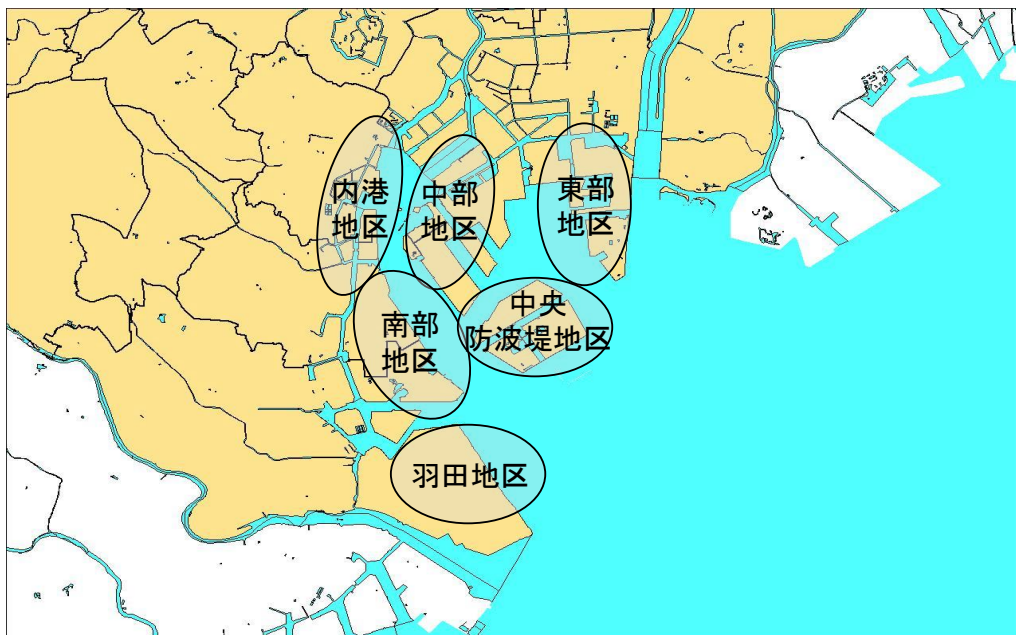
¹⁴ 構造物を設計する際に地震動設定の基礎とする良好な地盤のこと。



港湾岸壁被害確率の累積分布関数¹⁵

- 東京港内を6つの地区に分けてそれぞれの被害状況を想定する。

東京港湾の地区割り



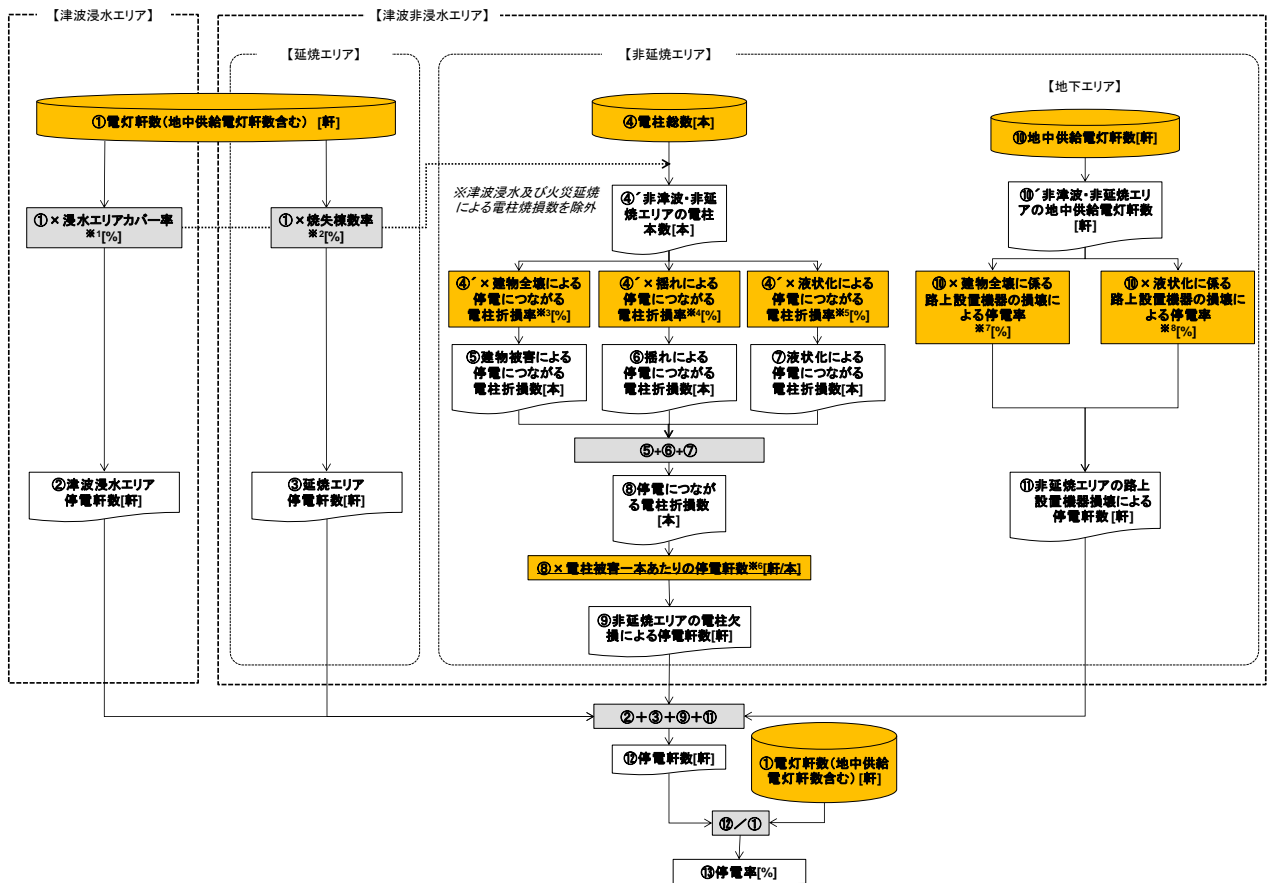
¹⁵ Koji ICHII : FRAGILITY CURVES FOR GRAVITY-TYPE QUAY WALLS BASED ON EFFECTIVE STRESS ANALYSIS, 13th WCEE, 2004

6.6 ライフライン被害

6.6.1 電力

ア. 手法の概要

- 停電軒数は、津波浸水及び建物焼失による停電軒数と、電柱被害による停電軒数と、地中供給にかかる路上設置機器の損壊による停電軒数の総和とする。停電率は、電灯軒数（地中供給電灯軒数含む。）に対する停電軒数の割合より算出する。
- 津波浸水エリアは全面的に停電が生じると想定し、浸水エリアカバー率より算出する。
- 火災延焼エリアは、焼失棟数率に応じて停電が生じるものと想定し、焼失棟数率より算出する。
- 非浸水エリア及び非延焼エリアにおける停電は、“電柱折損”及び“地中供給にかかる路上設置機器の損壊”によって生じると想定し、建物全壊率、電柱折損率、路上設置機器損壊による停電率により算出する。
- 以上のとおり、本調査では拠点的な施設・機能（発電所、変電所、及び基幹送電網等）の被災評価は行っていないため、被災状況により停電率、停電地域、復旧期間は大幅に増加する可能性がある。



算出フロー

イ. 計算式やパラメーター設定

停電率 = 停電軒数 / 電灯軒数 (地中供給電灯軒数含む)
【津波浸水エリア】 停電軒数 = 電灯軒数 × 浸水エリアカバー率
【延焼エリア】 停電軒数 = 電灯軒数 × 焼失建物棟数率
【非延焼エリア】 停電軒数 = 停電につながる電柱欠損本数 × 電柱被害一本あたりの停電軒数
【地下エリア】 停電軒数 = 地中供給電灯軒数 × 路上設置機器損壊による停電率

1) 浸水エリアカバー率

- ・都内電灯軒数のうち、浸水エリアに立地する軒数 (250mメッシュ)

2) 焼失棟数率 (250mメッシュ)

- ・焼失建物数 / (木造建物棟数 + 非木造建物棟数) = 焼失建物数 / 建物ポリゴン数

3) 建物全壊による停電につながる電柱折損率

- ・既往被害想定では、阪神・淡路大震災の被害実態に基づき、下記の電柱折損率を設定
今回も、都市直下型の地震を想定し、当該率を適用する。
- ・『建物全壊による停電につながる電柱折損率』 = $0.17155 \times$ 建物全壊率 (木造建物全壊数 / 木造建物総数)

4) 揺れによる停電につながる電柱折損率

- ・既往被害想定では阪神・淡路大震災の被災実態に基づき下記で設定。今回も、都市直下型の地震を想定し、当該率を適用する。

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

5) 液状化による停電につながる電柱折損率

- ・「浦安市液状化対策技術検討調査委員会」の資料では、液状化エリアにおける電柱被災率を 9.8% とした。
- ・ただし、東日本大震災による東京電力管内の液状化地域において、停電につながる電柱折損の被害は確認されず (今般の大震災では、液状化が停電につながった実績なし)。
- ・以上を踏まえ、「液状化による停電につながる電柱折損率」としては 0% と設定

6) 電柱被害 1 本あたりの停電軒数

- ・250mメッシュ単位での係数を電力事業者より受領

7) 建物全壊にかかる路上設置機器の損壊による停電率

- ・『建物全壊にかかる路上設置機器の損壊による停電率 (250mメッシュ毎)』 = 建物全壊率 × 損壊による停電率係数 (0.005) = (木造建物全壊戸数 / 木造建物等数) × 0.005

8) 液状化にかかる路上設置機器の損壊による停電率

- ・「浦安市液状化対策技術検討調査委員会」資料では、液状化エリアにおける地上機器の被災率を2.7%とした。
- ・ただし、東日本大震災による東京電力管内の液状化地域において、停電につながる路上設置機器の折損被害は確認されず（今般の大震災では、液状化が停電につながった実績なし）。
- ・以上を踏まえ、「液状化にかかる路上設置機器の損壊による停電率」としては0%と設定

ウ. 復旧日数予測の考え方

- ・首都直下地震が発生した際の電力復旧要員数については、東京電力にヒアリングした結果を基に、中央防災会議における都心南部直下地震被害想定結果の東京都における建物全壊・焼失棟数割合を用いて決定する。

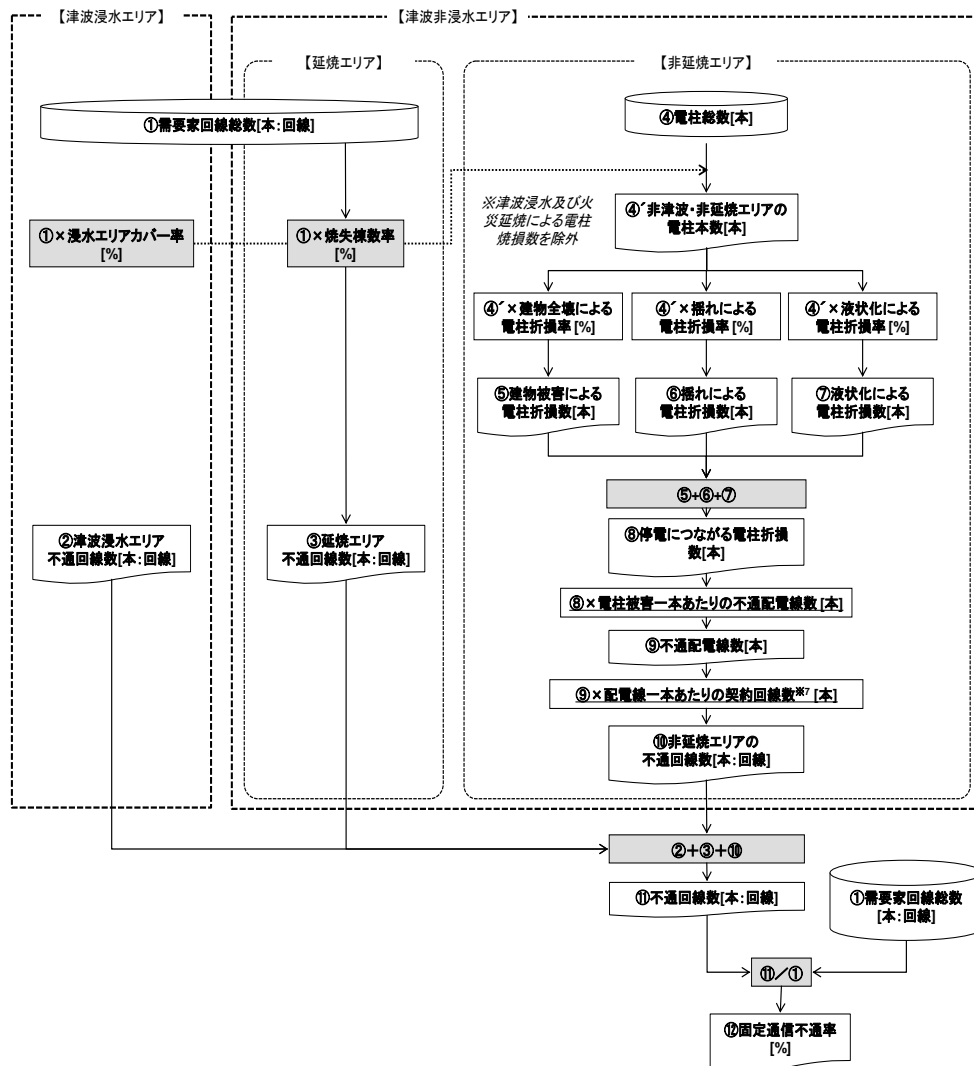
$\begin{aligned} \text{N日後の復旧対象停電軒数} &= \text{N日後の復旧対象電柱本数} \times (\text{電灯軒数} / \text{電柱本数}) \\ \text{N日後の復旧対象電柱本数} &= \text{電柱折損本数} \times (1 - \text{焼失棟数率}) \\ &\quad - (\text{復旧要員数} / 3.6) \times \text{N} \end{aligned}$
--

6.6.2 通信

ア. 手法の概要

1) 固定電話

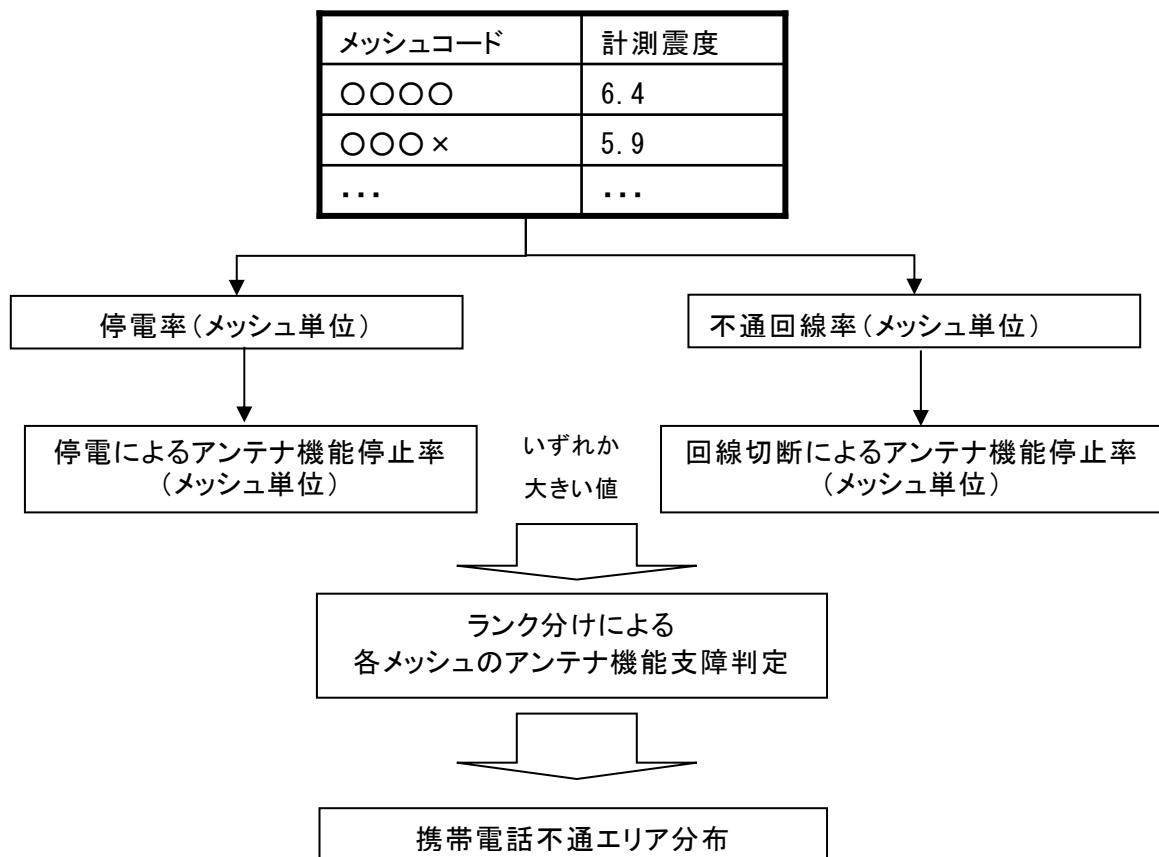
- 固定電話の不通回線数及び不通回線率（固定電話回線数に対する不通回線数の割合）は、焼失面積（焼失建物棟数率）及び電柱被害数より算出する。
- 火災延焼のあるエリアは、焼失建物率に応じて通信寸断が生じると想定する。
 - 非延焼エリアは、電柱被害から通信寸断が生じると想定する。電柱被害は、被害発生要因を「揺れ」及び「建物倒壊による巻き込まれ」と想定する。
 - 地下エリアは、対象としない。
 - 停電による端末機の利用不能は、対象としない。
 - 通信設備の重要拠点は、耐震化及びバックアップ設備や多重化が施され、阪神・淡路大震災時にも電力供給停止に伴う交換機能の停止以外では、機能支障に至る被害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が、被災状況により機能停止地域や復旧日数が大幅に増加する可能性がある。



固定電話の算出フロー

2) 携帯電話

- 携帯電話の不通は停電率及び回線不通率の算定により想定する。
- 電力の被害想定結果として得られた配電被害による停電率と固定電話回線の不通回線率から、携帯電話が不通となる可能性をエリアごと3段階で評価する。
 - 火災延焼のあるエリアは、焼失建物率に応じて通信寸断が生じると想定する。
 - 移動媒体のため、不通回線率ではなく不通となる可能性を3段階で評価する。
 - 通話規制による輻輳については、定量的な評価が困難であることから算定対象としない。
 - 携帯基地局に関するデータ提供は得られないため、メッシュごとに基地局が設置されているものと仮定して、メッシュごとの停電率と不通回線率から算定する。
 - 以上のとおり、基地局の被災や非常用電源の喪失等が考慮されていないため、被災状況により、不通回線率や不通地域、復旧期間は大幅に増加する可能性がある。



携帯電話の算出フロー

イ. 計算式やパラメーター設定

1) 固定電話

不通率 = 不通回線数 / 需要家回線数

【津波浸水エリア】 不通回線数 = 需要家回線数 × 浸水エリアカバー率

【延焼エリア】 不通回線数 = 需要家回線数 × 焼失建物棟数率

【非延焼エリア】 不通回線数 = 電柱被害本数 × 電柱被害 1 本あたりの不通回線数

2) 携帯電話

ランク A	停電率、不通回線率の少なくとも一方が 50%以上となる地域
ランク B	停電率、不通回線率の少なくとも一方が 40%以上となる地域
ランク C	停電率、不通回線率の少なくとも一方が 30%以上となる地域
ランク D	停電率、不通回線率の少なくとも一方が 20%以上となる地域
ランク E	停電率、不通回線率がいずれも 20%未満となる地域

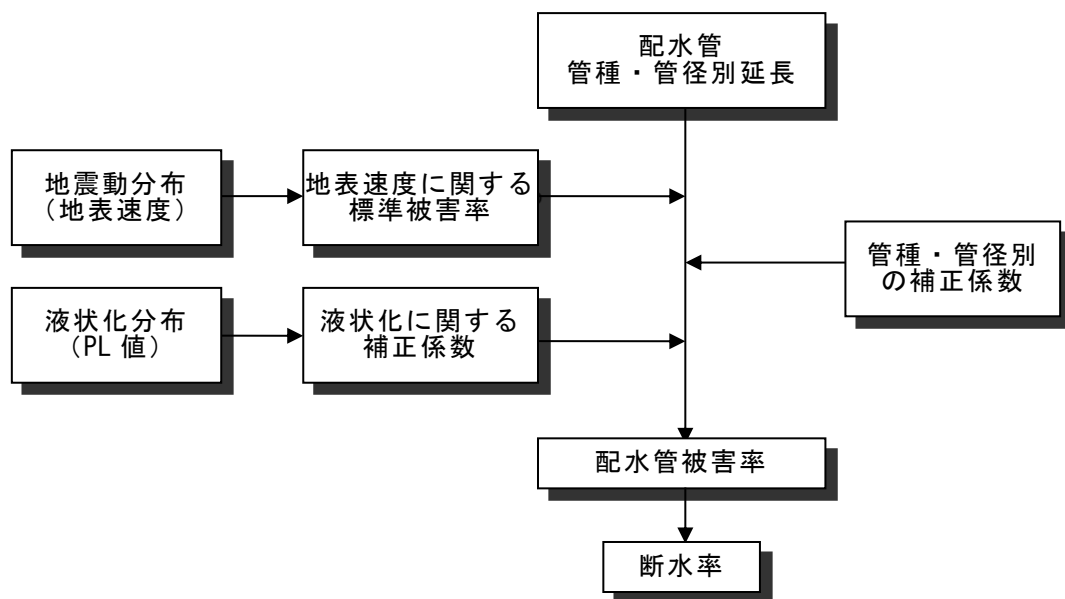
ウ. 復旧日数予測の考え方

- 電柱の復旧にあたっては、電力の電柱復旧に準じるものとする。
- 需要家側の固定電話端末は停電すると通話ができなくなることから、停電が継続した場合、長期的に不通となる。

6.6.3 上水道

ア. 手法の概要

- 断水率は、地表速度分布や液状化分布等を基に、水道管路の物的被害率により求める。
- 水道管路の被害率と断水率との関係は、阪神・淡路大震災を含む過去の地震時の被害実態に基づき設定された川上（平成8（1996）年）の手法を採用する。
- 水道管路の被害率は、阪神・淡路大震災を含む過去の地震時の被害実態に基づき設定した標準被害率を、東日本大震災における水道管路の被害実態を踏まえ、液状化危険度ランク別及び管種・管径別に補正する。
- 以上のとおり、水道管路の被害以外の被害が考慮されていないため、被災状況により、断水率や対象地域、復旧期間は大きく増加する可能性がある。



算出フロー

イ. 計算式やパラメーター設定

- 水道管路（配水管）の被害率と断水率との関係式（阪神・淡路大震災を含む過去の地震時の被害実態に基づく）は以下のとおり。

$$\begin{aligned} \text{断水率 (発災翌日)} &= 1 / \{ 1 + 0.307 \times (\text{配水管被害率})^{-1.17} \} \\ \text{配水管被害率 (箇所/km)} &= \text{配水管被害数 (箇所)} / \text{配水管延長 (km)} \\ \text{配水管被害箇所数} &= \text{標準被害率} \times \text{液状化危険度ランクによる補正係数} \times \text{管種・管径別の補正係数} \times \text{延長} \\ \text{標準被害率 (阪神・淡路大震災を含む過去の地震時の被害実態に基づく。)} & \\ \text{標準被害率 (箇所/km)} &= 2.24 \times 10^{-3} \times (\text{地表速度 (cm/sec)} - 20)^{1.51} \end{aligned}$$

- 液状化危険度ランクによる補正係数

P _L 値ランク	補正係数
P _L = 0	1.0
0 < P _L ≤ 5	1.8
5 < P _L ≤ 15	3.2
15 ≤ P _L	8.8

- 管種・管径の補正係数

	75mm 以下	100mm ~250mm	300mm ~450mm	500mm ~900mm	1000mm 以上
ダクタイル鋳鉄管 (耐震継手あり)	0.00				
ダクタイル鋳鉄管 (耐震継手なし)	0.50	0.30		0.15	0.05
鋳鉄管	3.20		0.80	0.40	0.15
鋼管	0.84	0.42	0.24		
塩化ビニール管	1.50		1.20		
石綿セメント管	6.90	2.70	1.20		

ウ. 復旧日数予測の考え方

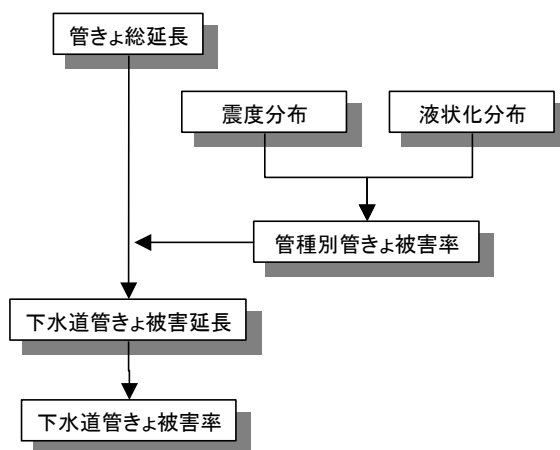
- 復旧日数の想定は、都心南部直下地震による管きよ被害箇所数を基に、復旧速度原単位（1班1日当たりの復旧箇所）等を用いて算出する。復旧速度原単位は下表のとおりとする。
- 地震発生後3日間は、被害状況の調査・把握を実施し、4日後から本格的な復旧活動を開始する。

管種	復旧速度原単位
配水本管	0.5 箇所/班・日
配水小管	2.0 箇所/班・日

6.6.4 下水道

ア. 手法の概要

- 下水道管きよの被害率は、阪神・淡路大震災、平成 16 年新潟県中越地震及び昭和 58 年（1983 年）日本海中部地震の被害実態に基づき、地震動分布と液状化の分布などにより設定した管きよの管種別被害率から算出する管きよの被害延長と管きよ総延長により求める。
- 以上のとおり、管きよ被害以外の被害が考慮されていないため、被災状況により、利用停止地域や復旧期間は大きく増加する可能性がある。



算出フロー

イ. 計算式やパラメーター設定

$$\text{下水道管きよ被害率} = \text{管きよの被害延長} / \text{管きよ総延長}$$

- 下水道管きよ被害率を下表より算出

管種	震度		震度階				
			5弱	5強	6弱	6強	7
塩ビ管 陶管	P _L 値	全て	1.0	2.3	5.1	11.3	24.8
		P _L 値	15 < P _L	0.6	1.3	3.0	6.5
5 < P _L ≤ 15	0.5		1.0	2.2	4.8	10.7	
0 < P _L ≤ 5	0.4		0.9	2.0	4.5	9.8	
P _L = 0	0.4		0.9	1.9	4.2	9.2	

- ①液状化地盤 塩ビ管・陶管 : 阪神・淡路大震災及び平成 16 年新潟県中越地震被害実態に基づく
 その他 : 昭和 58 年（1983 年）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 : 阪神・淡路大震災及び平成 16 年新潟県中越地震被害実態に基づく
 その他 : 阪神・淡路大震災被害実態に基づく

ウ. 復旧日数予測の考え方

- 応急復旧の対象は、被害を生じた管渠延長のうち、本管部の破損、継手部の破損及び管軸方向のずれを流下機能に支障を来す被害を想定し、平均被害率の 81% と設定する。復旧の原単位は、一律 400m/班・日とする。

6.6.5 ガス

ア. 手法の概要

- 都市ガスの製造・供給を支える LNG 基地（液化天然ガス基地）、高圧ガス導管及び中圧ガス導管等の重要設備は、法令等に基づき阪神・淡路大震災クラスの地震に耐えられるよう設計・建設されている。そのため、製造・供給に支障を来す被害は発生せず、高圧ガス及び中圧ガスについては継続して供給することが可能と想定している。
- 一方、耐震性の低い材料が一部で残存している低圧ガス導管については、地震時に被害を受けることが想定される。
- そのため、ガス事業者は、地震動の強さとされる SI 値が、ガス事業者の定める基準を超えた場合、安全確保のため低圧ガスの供給を停止する。
- 以上を踏まえ、SI 値分布により算出する供給停止件数と需要家件数から低圧ガス供給支障率を求める。
- なお、以上のとおり、低圧ガス導管や設備の被害が考慮されていないため、被災状況により、低圧ガスの供給死傷率や供給停止地域、復旧期間は大きく増加する可能性がある。

イ. 近年の災害等を踏まえた知見等

- 東日本大震災においては、都市ガスについて約 46 万戸の供給停止が発生した。家屋倒壊等が確認された戸数以外の大半は 1 か月程度で復旧した。

ウ. 計算式やパラメーター設定

- 計測震度と SI 値との関係式は下記のとおり¹⁶

$$\text{SI 値(kine)} = 10^{(-1.16+0.50 \cdot I)}$$

I: 計測震度

エ. 復旧日数予測の考え方

- 供給停止は、SI 値が基準値を超えた場合に停止するが、被害がないことが確認された地域に対しては、地震発生当日中に供給が再開される。
- 都心南部直下地震での供給支障の解消日数は、平成 25 年の中央防災会議の首都直下地震被害想定に準じた。

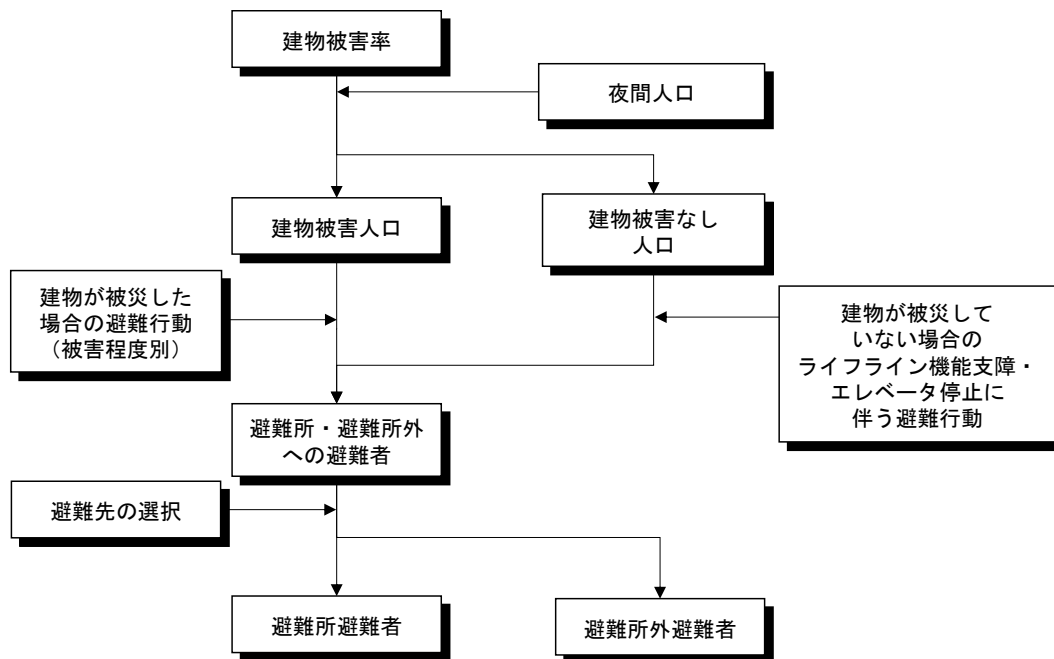
¹⁶ 童華南, 山崎文雄「地震動強さ指標と新しい気象庁震度との対応関係（生産研究, 48 巻 11 号）（平成 8（1996）年）」

6.7 生活への影響

6.7.1 避難者

ア. 手法の概要

- 被害想定における避難者は、避難所へ避難する者（避難所避難者）及び避難所外避難者を指す¹⁷。その人口を、建物被害による避難者数、ライフライン被害による避難者数、エレベーター停止による避難者数をそれぞれ算出して想定する。
 - ▶ 建物被害による避難者数：全ての全壊・焼失建物及び一部の半壊建物から避難者が発生するものと想定
 - ▶ ライフライン被害による避難者数：断水人口の一部が避難するものと想定
 - ▶ エレベーター停止による避難者数：エレベーターが停止する建物では6階以上に居住する人口の一部が避難するものと想定
- 時系列に応じて、避難者の一定割合（後述）が避難所に避難するものとして、避難所避難者数を算出する。
- 時系列（1日後、4日～1週間後、1か月後）を考慮した想定とする。
- ライフライン被害による避難割合や避難所避難割合については、令和3年に東京都が実施したアンケート結果に基づいて設定する。
- なお、既往のとおり、定量化されたライフライン被害が限定的であることから、被災状況により、避難者数が大きく増加する可能性がある点に留意する必要がある。



算出フロー

¹⁷ 在宅避難についてはここには含まない。建物被害等の影響を受けるが住居から避難しない（避難所避難や避難所外避難を行わない）人が在宅避難者であると整理する。

イ. 計算式やパラメーター設定

- 算出式は以下のとおりである。

$\begin{aligned} \text{(避難者数)} &= \text{(建物被害による避難者数)} + \text{(ライフライン被害による避難者数)} + \\ &\quad \text{(エレベーター停止による避難者数)} \\ \text{(避難所避難者数)} &= \text{(避難者数)} \times \text{(避難所避難率※)} \\ \text{(避難所外避難者数)} &= \text{(避難者数)} - \text{(避難所避難者数)} \\ \\ \text{(建物被害による避難者数)} &= \text{(全壊・焼失人口)} \times 100\% + \text{(半壊人口)} \times 50.3\% \\ \text{(ライフライン被害による避難者数)} &= \text{(断水人口)} \\ &\quad \times \text{(ライフライン被害による避難率※)} \\ \text{(エレベーター停止による避難者数)} &= \text{(共同住宅の6階以上に居住する人口)} \\ &\quad \times \text{(エレベーター停止率)} \\ &\quad \times \text{(エレベーター停止による避難率※)} \end{aligned}$
<p>※：これらの避難率は時系列変化</p>

- 各種の被害人口を以下のとおり算出する。
 - 全壊棟数、半壊棟数、焼失棟数、断水率から、人口データに基づいて、全壊・焼失人口、半壊人口、断水人口をそれぞれ算出する。なお、4日～1週間後の断水人口は4日後の断水率を用いて算出する。また、津波浸水による人的被害の想定結果を踏まえて、津波浸水人口のデータを用いる。
 - 令和2年国勢調査から共同住宅の6階以上に居住する人口のデータを用いて、エレベーター停止台数から、エレベーター停止による影響人口を算出する。
- 上記の被害人口に対して、都が令和3（2021）年に実施した都民へのアンケート結果等に基づき以下の避難率を乗じて避難者数を算出する。

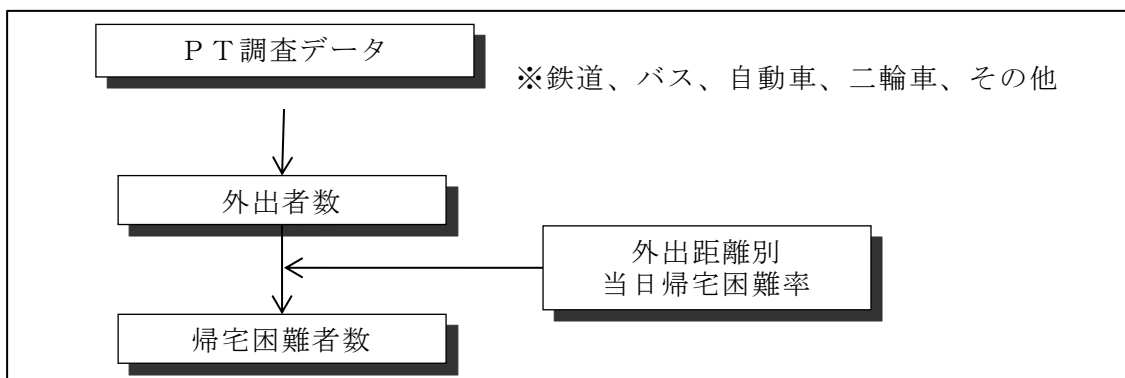
全壊・焼失人口	100%（時系列変化なし）
半壊人口	50.3%（時系列変化なし）
断水人口	1日後：0% ⇒ 4日～1週間後：45% ⇒ 1か月後：90%
エレベーター停止人口	1日後、4日～1週間後：10.7% ⇒ 1か月後：0%

- 避難者数のうち以下の割合が避難所避難者になるものとする（避難所避難率）。
 - 1日後：85% ⇒ 4日～1週間後：67% ⇒ 1か月後：30%

6.7.2 帰宅困難者

ア. 手法の概要

- 「地震発生時の電車等の公共交通機関の停止や自動車の利用禁止に伴い、帰宅したくても帰宅できない人」を「帰宅困難者」と定義し、各地域内の滞留者を距離帯別に集計し、距離帯別の帰宅困難率を設定してこれに乗じることで帰宅困難者を算出する。
- 一方で、首都直下地震が起きた際には甚大な被害が予想されるため、自宅が近距離であっても速やかに帰宅できるとは限らない。また、発災後の混乱を避け、身の安全を守るためにも、職場や学校等にとどまることが求められており、ただちに帰宅行動をとることは奨励されていない。そのため今回は、「ある時間に地震が起こった際に都内に滞留している人数（滞留者数）」及びその中でも特に対策が必要な「職場や学校などの所属場所がないために、発災時に屋外で滞留する人数（屋外滞留者数）」を把握する。
- 都内に滞留している東京都市圏内からの流入者（都内在住者含む。）について、平成 30（2018）年に実施された第 6 回東京都市圏パーソントリップ調査（以下、「PT 調査」とする。）の結果に基づいて以下の推計・整理を実施する。
 - ▶ 自宅までの距離帯別に帰宅困難割合を設定し、帰宅困難者数を推計する。
 - ▶ 目的別・帰宅方面別・ターミナル駅別に滞留者数を整理する。
- 東京都市圏外からの来訪者については、全員が帰宅困難になるものとして、1 日あたりの海外からの流入者数と国内（東京都市圏外）からの流入者を各種統計からそれぞれ推計する。
- いずれも令和元（2019）年度以前の統計データを用いており、コロナ禍以前の状況を示す。



イ. 計算式やパラメーター設定

< 東京都市圏内からの流入者（都内在住者含む） >

- PT調査のゾーン別集計結果に基づいて、現在地から自宅までの距離帯別に帰宅困難割合を設定し、帰宅困難者数を推計する。帰宅距離別の帰宅困難割合は以下のとおりである。

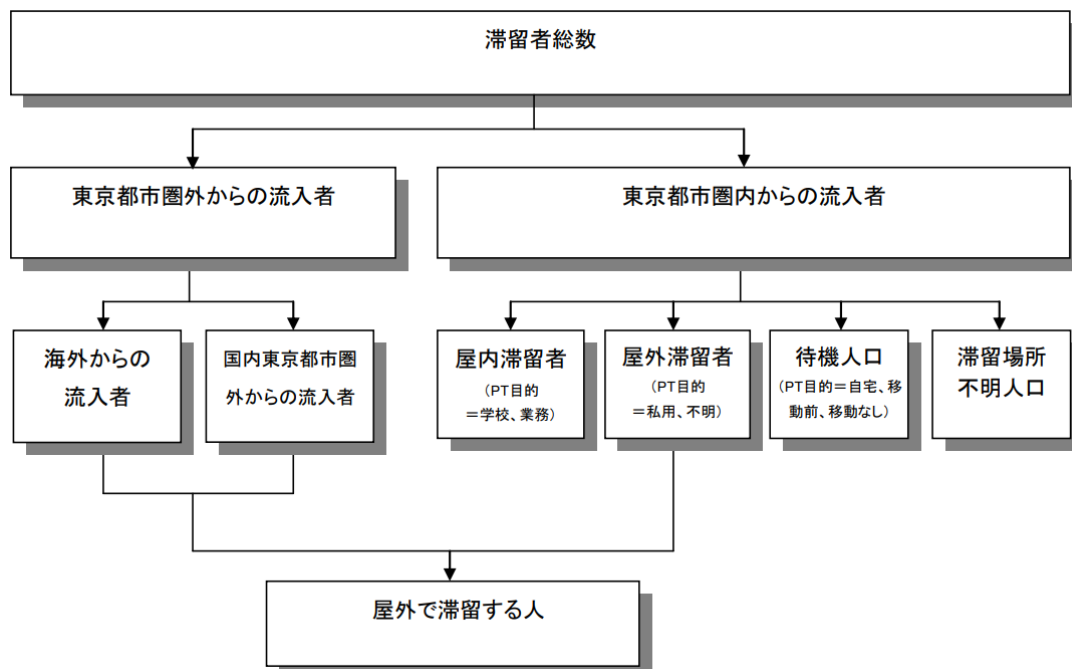
表 帰宅距離別の帰宅困難割合

帰宅距離	帰宅困難割合
～10km	0%（全員帰宅可能）
10～20km	帰宅距離が1km長くなると 帰宅困難割合が10%増 （被災者個人の運動能力の差による）
20km～	100%（全員帰宅困難）

- PT調査結果における滞留者数について、目的別・帰宅方面別の整理も行った。目的別については以下の表のとおり、帰宅方面別については都県別（都内については中心部、その他の区部、西部に3分類）とする。

表 目的別の整理

屋内滞留者	滞留目的が業務、学校で、発災時に屋内にいると考えられる人
屋外滞留者	滞留目的が私用、不明で、発災時に屋外にいると考えられる人
待機人口	滞留目的が自宅及びその周辺の人
滞留場所不明人口	何らかの目的をもって移動中で、発災時の滞在場所が不明な人



内訳フロー

- さらに、都内に滞留している東京都市圏内からの流入者の内数として、駅周辺の滞留者数についても、PT調査結果に基づいて把握する。主要ターミナル駅を設定し、駅から2km四方に含まれる町丁目の滞留者数を集計することで、滞留者数を算定する。対象とするターミナル駅については前回想定と同様に11駅（東京、新宿、上野、品川、蒲田、渋谷、池袋、北千住、八王子、町田、立川の各駅）を設定する。

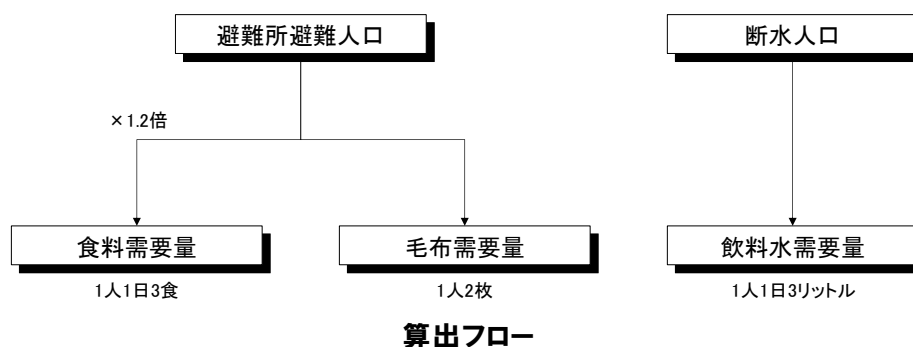
<東京都市圏外からの来訪者（国内、海外）>

- 国内（東京都市圏外）からの来訪者については、旅客地域流動調査（国土交通省総合政策局、令和元（2019）年度）に基づき、東京都市圏外の道府県（東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県、茨城県以外の道府県）から都内への年間旅客輸送人員数（全機関）を把握し、1日当たりの人員数を算出する。
- 海外からの来訪者については、出入国管理統計（法務省、令和元（2019）年）及び国際航空旅客動態調査（国土交通省航空局、令和元（2019）年度）に基づき、羽田空港及び成田空港からの外国人入国者のうち、東京都を訪問する割合を乗じて、都内への年間訪問者数を推計し、1日あたりの人数を算出する。
- 上記の来訪者については全員が帰宅困難になるものと想定する。

6.7.3 物資

ア. 手法の概要

- 食料、飲料水、毛布の3品目について、避難所避難者数や断水人口の想定結果に基づいて算出する。
 - 食料：阪神・淡路大震災における被害実績を踏まえて、避難所避難者数の1.2倍に相当する需要人口がいるものと想定（＝避難所避難者以外にも対応を要する食料需要があるものと想定）
 - 飲料水：断水人口に相当する需要人口がいるものと想定
 - 毛布：避難所避難者数に相当する需要人口がいるものと想定
- 食料、飲料水については家庭内備蓄率を考慮する場合には、追加の物資は不要とする。



イ. 計算式やパラメーター設定

- 発災から1週間で必要となる物資量を算出する。
- 食料、飲料水については、都が令和3（2021）年に実施したアンケート調査結果に基づいて家庭内備蓄率を考慮し、公的な対応（都、区市町村、国）が必要な物資量を示す。家庭内備蓄については、以下に示した期間別の家庭内備蓄率に基づいて、備蓄がある間は備蓄が不要なものと想定する。ただし、建物被害によって避難所避難する人は全員に物資が必要なものとする。
- 項目別の対象者と1人あたりの必要量については、阪神・淡路大震災を踏まえた中央防災会議[2012, 13]を参考として、以下のとおり設定する。

	対象者	1人あたりの必要量
食料	避難所避難人口の1.2倍 ＝避難所避難者以外の食料需要を考慮	1人1日3食
飲料水	断水人口	1人1日3リットル
毛布	避難所避難人口	1人2枚

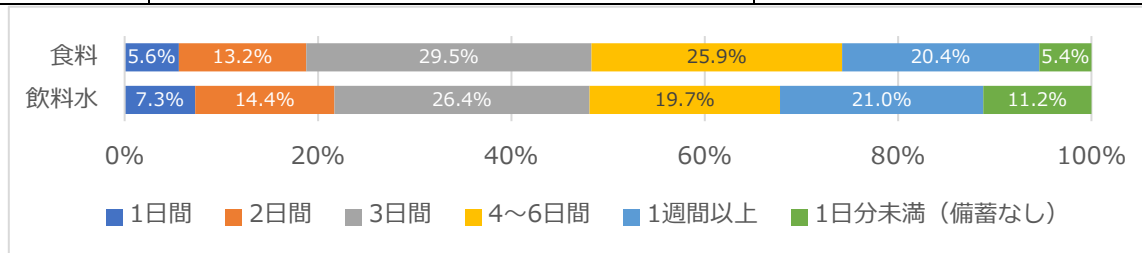


図 家庭内備蓄率¹⁸

¹⁸ 都が令和3（2021）年に実施したアンケート調査結果に基づく

6.7.4 要配慮者

ア. 手法の概要

- 阪神・淡路大震災の被害実績において要配慮者の死亡率が通常の3倍であった点を踏まえて算出する。

イ. 計算式やパラメーター設定

- 阪神・淡路大震災時の被害実態（神戸市の平均死者率 0.3%に対して、要配慮者の死者率 0.97%）から、要配慮者の死者率は平均死者率の約3倍とする。
- 各種統計から整理した要配慮者数に通常の死者率を3倍した値を乗じて算出する。
- 要配慮者の対象は中央防災会議[2012]と同様とする。なお、要配慮者の各属性間には重複があるものと考えられる（例えば、単身高齢者かつ要介護認定者である場合等）が、統計上この重複を把握することができないため重複の除去は行っておらず、実際よりも過大な値となっている点に留意が必要である。

対象（中央防災会議[2012]）	出典データ
65歳以上の単身高齢者	総務省「令和2年国勢調査」
5歳未満の乳幼児	総務省「令和2年国勢調査」
身体障害者	東京都「福祉・衛生行政統計（令和元（2019）年度）」
知的障害者	東京都「福祉・衛生行政統計（令和元（2019）年度）」
精神障害者	東京都立中部総合精神保健福祉センター「東京都の精神保健福祉の動向（令和2年版）」
要介護認定者（要支援者除く）	東京都「介護保健事業状況報告（月報）（令和3（2021）年3月）」
難病患者	難病情報センター「特定医療費（指定難病）受給者証所持者数（令和元（2019）年度末）」
妊産婦	東京都「人口動態統計（平成30（2018）年、令和元（2019）年）」
外国人	総務省「令和2年国勢調査」

6.7.5 災害廃棄物

ア. 手法の概要

- 阪神・淡路大震災の被害実績に基づいて廃棄物（揺れ、焼失）の重量、体積の原単位（床面積あたりの重量、単位重量あたりの体積）を設定し、建物被害量に応じて発生するものとして算出する。
 - 重量は、被害建物（木造・非木造別）の総床面積に、阪神・淡路大震災の被害実績に基づく単位面積あたりの瓦礫重量を乗じて算出する。
 - 体積は、上記の重量に単位重量あたりの体積を乗じて算出する。

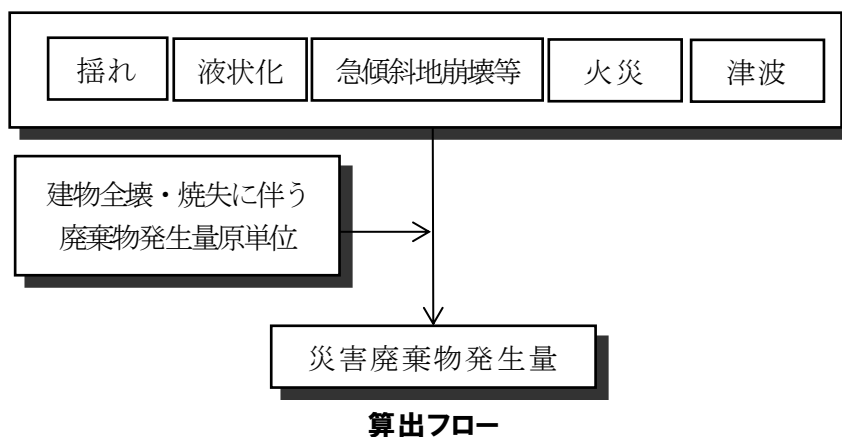
(発生量)

$$= (\text{木造全壊棟数} + \text{木造半壊棟数} / 2) \times (\text{1棟あたり床面積}) \times (\text{木造床面積あたり瓦礫重量})$$

$$+ (\text{非木造全壊棟数} + \text{非木造半壊棟数} / 2) \times (\text{1棟あたり床面積}) \times (\text{非木造床面積あたり瓦礫重量})$$

$$+ (\text{焼失棟数}) \times (\text{1棟あたり床面積}) \times (\text{焼失床面積あたり瓦礫重量})$$

$$+ (\text{津波による全壊棟数} + \text{津波による半壊棟数} / 2) \times (\text{津波損失棟数あたり瓦礫重量})$$



イ. 計算式やパラメーター設定

- 建物被害棟数の想定結果に対して、東京都統計年鑑（令和元（2019）年）に基づく1棟あたり床面積を乗じて、被害建物の床面積を算出する。
- 床面積に下記の原単位を乗じて、発生する災害廃棄物の重量、体積を算出する。
- 半壊建物からの発生量については、全壊建物の1/2と設定する。

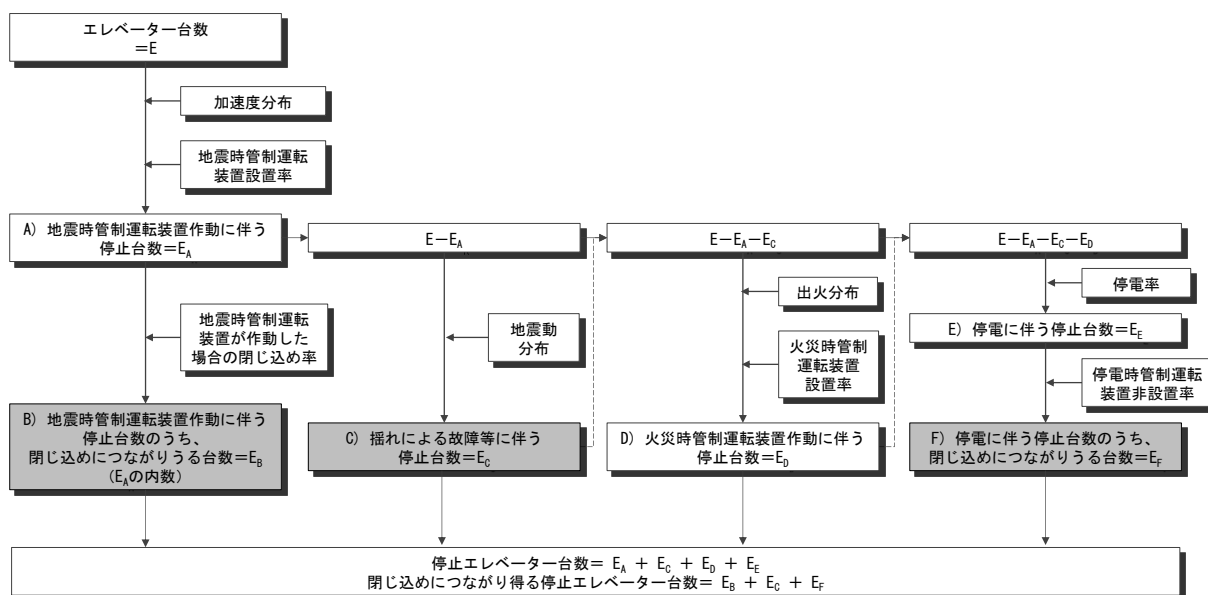
表 床面積あたりの重量、単位重量あたりの体積

	木造	非木造	火災による焼失
重量	0.6 トン/㎡	1.0 トン/㎡	0.23 トン/㎡
体積	1.9 m ³ /トン	0.64 m ³ /トン	1.9 m ³ /トン

6.7.6 エレベーター閉じ込め

ア. 手法の概要

- 以下5要因をエレベーター停止の要因として想定する。
 - 地震時管制運転装置作動に伴うもの
 - 地震時管制運転装置が作動した状況での閉じ込め発生（安全装置作動等）
 - 揺れによる故障等に伴うもの
 - 火災時管制運転に伴うもの
 - 停電に伴うもの
- 上記のうちB、C及びEのうち閉じ込めにつながる可能性がある台数（下図の網掛け部分）を「閉じ込めにつながり得るエレベーター台数」として算出する。



算出フロー

イ. 計算式やパラメーター設定

- 区市町村別エレベーター台数データをメッシュ別非木造建物棟数によって按分し、メッシュ別の地震動や火災、停電率の分布を考慮して算出する。前回想定と同様に、一般社団法人東京都昇降機安全協議会が報告を受けているエレベーターは都内の全エレベーターの96%と仮定し、都内におけるエレベーター台数を推計する。
- A) 地震時管制運転装置の作動による停止を考慮し、地震時管制運転装置が設置されたエレベーターは、正常に作動すればドアが開放された状態で正常停止するものと設定する。作動基準は、適用される建築基準法施行令の時期によって3分類され、それぞれ加速度 80gal（～昭和56（1981）年）、120gal（昭和56（1981）年～平成11（1999）年）、150gal（平成11（1999）年～）以上を検知した際に作動することとなっている。
 - 地震時管制運転装置の設置率（区市町村別：一般社団法人東京都昇降機安全協議会に照会）を用いて該当台数（ $= E_A$ ）を推計する。

- B) 地震時管制運転装置が作動した状況での閉じ込め発生（安全装置作動等）として、地震時管制運転装置が作動したにもかかわらず、何らかの要因で閉じ込めが発生する状況を想定する。
 - 大阪府北部地震においては、地震時管制運転装置が作動して停止したエレベーターのうち 0.439%で閉じ込めが発生する。上記A) の該当台数に 0.439%を乗じて、この閉じ込めにつながりうる台数（= E_B ）を算出する。
- C) 揺れによる故障等に伴うものとして、揺れに伴って設備の故障や破損等が発生しエレベーターが使用できなくなる影響（ドアが閉じたまま停止する可能性）を考慮した。
 - 震度別に、揺れによる不動作率を適用し、該当台数（= E_C ）を算出する。

表 震度と揺れによる不動作率の関係¹⁹

震度	不動作率
7	25%
6 強	20%
6 弱	15%
5 強	8 %
5 弱	1 %

- D) 火災時管制運転に伴うものとして、出火が発生した建物のエレベーターは、火災時管制運転装置が出火後に作動する状況を考慮した。この場合、最寄り階で停止してドアが開放される。火災被害の分布と火災時管制運転装置の設置率に基づいて、火災時管制運転装置の作動対象となる台数（= E_D ）を算出した。なお、火災時管制運転装置設置率については前回想定と同様の値を用いる。
- E) 停電に伴うものとして、停電率に基づいて停電エリアのエレベーター台数（= E_E ）を算出した。停電時自動着床装置が設置されている場合は、停電していても最寄り階で停止してドアが開放されるが、装置が設置されていないエレベーターは閉じたまま停止し、閉じ込め事故の発生要因となる。
 - 停電による停止台数（ E_E ）に停電時自動着床装置の非設置率を乗じて、停電による停止台数のうち閉じ込めにつながりうる台数（= E_F ）を算出する。なお、停電時自動着床装置の非設置率については、前回想定と同様の値（東京都被害想定（平成 18（2006）年）において、（社）日本エレベーター協会に照会）を用いた。
- 以上を踏まえて、エレベーターの閉じ込めにつながりうる停止台数（= $E_B + E_C + E_F$ ）を算出する。

¹⁹ 「地震発生時における人命危険要因の解明と対策」火災予防審議会、東京消防庁（平成 11（1999）年）

6.8 経済被害

ア. 手法の概要

- 直接被害の対象は、建物（木造住宅、木造非住宅、非木造住宅、非木造非住宅）、家庭用品、その他償却資産、棚卸資産、電力、通信、上水道、下水道路、鉄道、港湾、道路、その他公共施設、災害廃棄物である。
- 基本的に被害量に単価をかけることで被害額を算出する。

イ. 計算式やパラメーター設定

- 資産等被害の各項目における被害量及び単価の設定は以下のとおりである。

項目	被害量	単価
木造住宅	被害のあった住宅数 全壊棟数＋半壊棟数×0.5	木造住宅の工事費予定額の合計/新規建築木造住宅数＝1,936万円（※1）
木造非住宅	被害のあった住宅数 全壊棟数＋半壊棟数×0.5	木造非住宅の工事費予定額の合計/新規建築木造非住宅数＝4,278万円（※1）
非木造住宅	被害のあった住宅数 全壊棟数＋半壊棟数×0.5	非木造住宅の床面積あたり工事費予定額×1棟あたり床面積＝16,184万円（※2）
非木造非住宅	被害のあった住宅数 全壊棟数＋半壊棟数×0.5	非木造非住宅の床面積あたり工事費予定額×1棟あたり床面積＝37.439万円（※2）
家庭用品	甚大な被害のあった住宅棟数 倒壊棟数＋（全壊棟数－倒壊棟数×0.5）	707万円（※3）
その他償却資産	建物被害率 非住宅の全壊建物率＋半壊建物率	34.86兆円（※4）
棚卸資産	建物被害率 非住宅の全壊建物率＋半壊建物率	14.75兆円（※4）

※1：建築着工統計（令和3（2021）年）

※2：建築着工統計（令和3（2021）年）及び東京都統計年鑑（令和2（2020）年）

※3：令和2年国勢調査、国税庁「損失額の合理的な算出方法について」（平成23（2011）年）

※4：経済センサス（平成27（2015）年）及び国土交通省「治水経済調査マニュアル（案）（令和3（2021）年）」

- ライフライン等被害の各項目における被害量及び単価の設定は以下のとおりである。

項目	被害量	単価
電力	電柱1本当たり被害額	12.15万円（阪神・淡路大震災実績）
通信	回線あたり復旧額	41万円（阪神・淡路大震災実績）
上水道	断水人口当たり復旧額	1.59万円（阪神・淡路大震災実績）
下水道	管渠被害延長あたりの復旧額	32万円（東日本大震災実績）
鉄道	箇所あたり復旧額	3,200万円（東日本大震災実績）
港湾	岸壁当たりの復旧額	30億円（東日本大震災実績）
道路	箇所当たりの復旧額	国道等 9,857万円、地方道 2,153万円 （東日本大震災実績）
その他 土木施設	東日本大震災における宮城県の実績より、（河川＋海岸＋その他公共土木施設等） / （道路＋港湾＋下水道）の比率（＝70.2 / 29.8）を基に推計	
災害 廃棄物	トンあたり処理費用	3.7万円（東日本大震災実績）

※単価は、災害廃棄物を除き、中央防災会議南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ（平成25（2013）年3月）の設定に基づく。災害廃棄物の単価は、環境省：災害廃棄物情報サイト・災害廃棄物処理の進捗管理（http://kouikishori.env.go.jp/archive/h23_shinsai/implementation/progress_management/）に基づく。