

京都府地震被害想定調査

～被害想定手法（案）～

建物被害予測
人の被害予測

平成 18 年 12 月 27 日

【目次】

| | |
|--------------------------------|----|
| 1. 想定ケース | 1 |
| 2. 建物被害予測 | 1 |
| (1) 建物データ | 1 |
| (2) 揺れによる建物被害予測 | 1 |
| (3) 液状化による建物被害 | 3 |
| (4) 急傾斜地崩壊による建物被害 | 4 |
| (5) 地震火災による建物被害 | 5 |
| 3. 人的被害予測 | 8 |
| (1) 人口データ | 8 |
| (2) 建物被害による死傷者数予測 | 8 |
| (3) 屋内収容物転倒・落下による死傷者数の予測 | 10 |
| (4) 斜面災害による死傷者数の予測 | 11 |
| (5) 火災による死傷者数予測 | 12 |
| (6) 避難者数予測 | 13 |

1. 想定ケース

想定季節及び時間帯は、地震火災や人的被害の大きい冬の夕刻を基本とし、府民の生活行動が顕著に反映できるように次の3つのケースを想定する。

- ①冬 早朝 5 時頃：多くの人が自宅で就寝中
- ②夏 昼間 12 時頃：日中において地震による出火が平均的な条件
- ③冬 夕刻 18 時頃：地震による出火が最も多くなる条件（無風時、強風時）

2. 建物被害予測

過去の地震被害の経験に基づき、広域の建物分布を考慮して予測する。

建物被害の算出に際しては、「揺れによる建物被害」「液状化による建物被害」を考慮する。

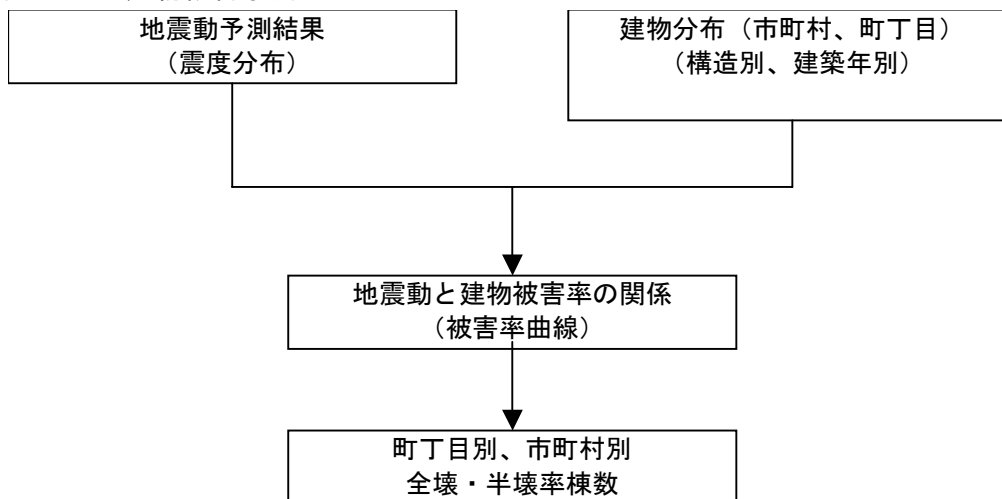
地域の全壊・半壊棟数を町丁目単位で予測する。

この結果をもとに、人的被害や地震火災の想定を行う。

(1) 建物データ

- ①町丁目単位
- ②構造物区分（木造及び防火木造、鉄筋・鉄骨コンクリート、鉄骨造、その他）
- ③年代区分（昭和 25 年以前、昭和 25～35 年、昭和 36～45 年、昭和 46～55 年、昭和 56～60 年、昭和 61～平成 2 年、平成 3～7 年、平成 8～12 年、平成 13～）

(2) 揺れによる建物被害予測

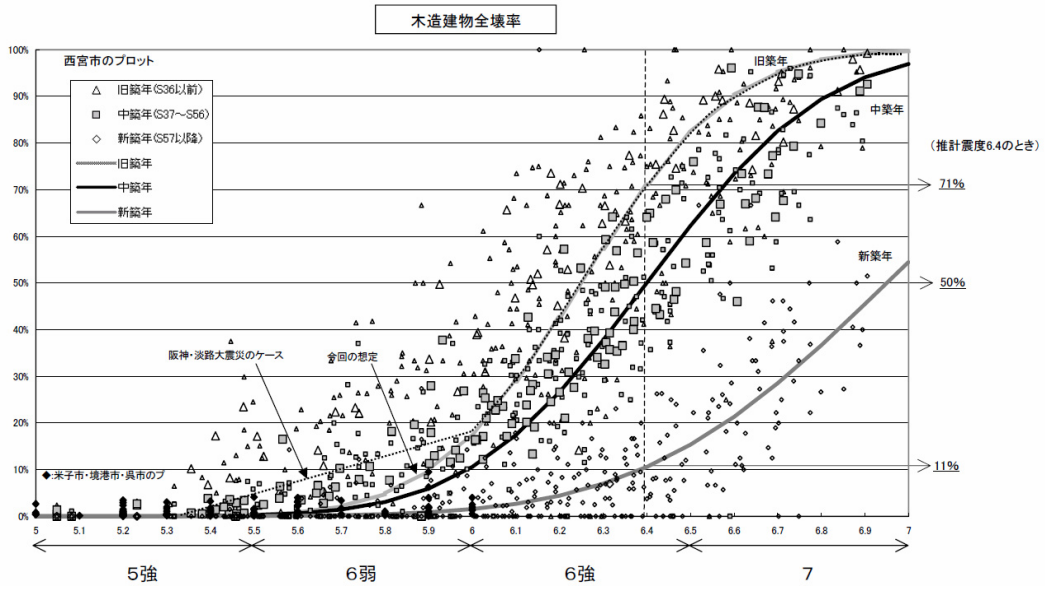


全壊・半壊棟数＝建物棟数×全壊・半壊被害率（地震動、構造・年代）

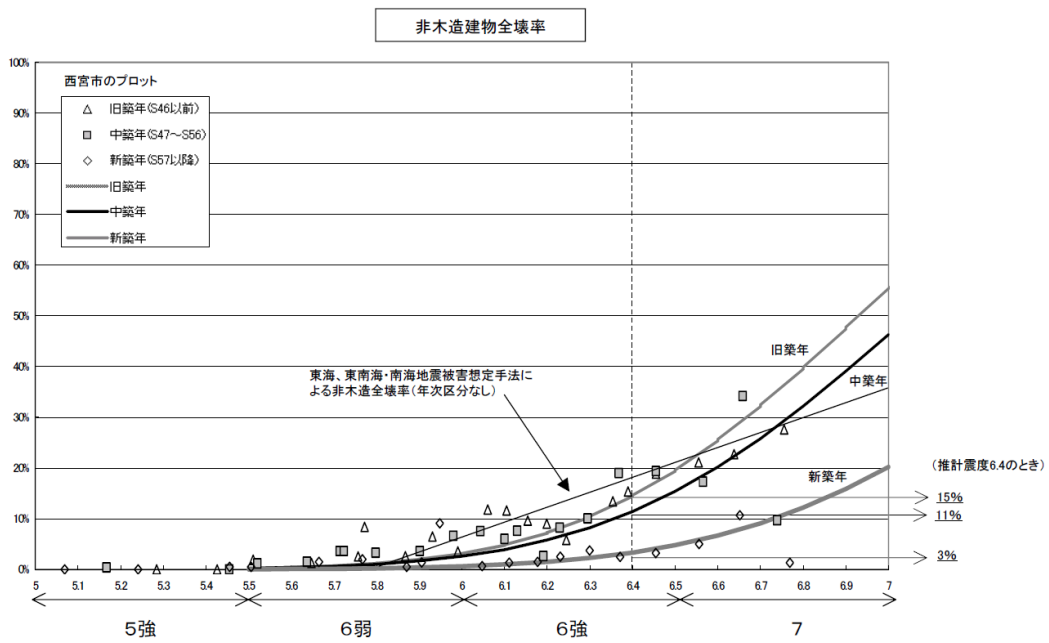
被害率曲線（フラジリティ曲線）

計測震度と全壊率・半壊率の関係から全壊棟数を算出。

阪神淡路大震災における西宮市、鳥取県西部地震における鳥取市、芸予地震における呉市の建物被害データをもとに設定。



木造建物全壊率の被害率曲線（首都直下地震に係る被害想定手法（内閣府））

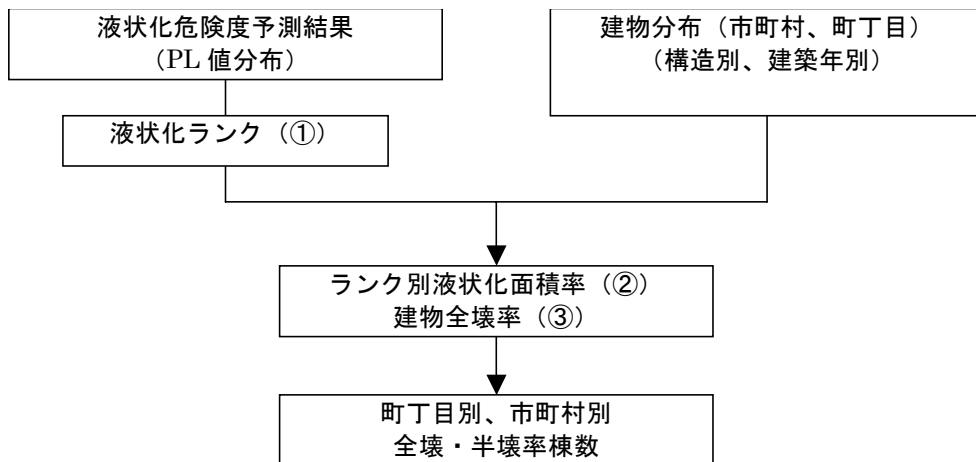


非木造建物全壊率の被害率曲線（首都直下地震に係る被害想定手法（内閣府））

(3) 液状化による建物被害

液状化による全壊棟数 = 建物棟数 × 液状化面積率 × 全壊率

(首都直下地震に係る被害想定手法 (内閣府))



①液状化ランクの定義

- ・ ランクA: $PL > 15.0$
- ・ ランクB: $15.0 \geq PL > 5.0$
- ・ ランクC: $5.0 \geq PL > 0.0$

②液状化ランク別の液状化面積率

| ランク | 面積率 |
|-----|-----|
| A | 18% |
| B | 5% |
| C | 2% |

③液状化による全壊率

液状化による木造建物全壊率

| S35年以前 | S36年以降 |
|--------|--------|
| 13.3% | 9.6% |

液状化による非木造建物全壊率

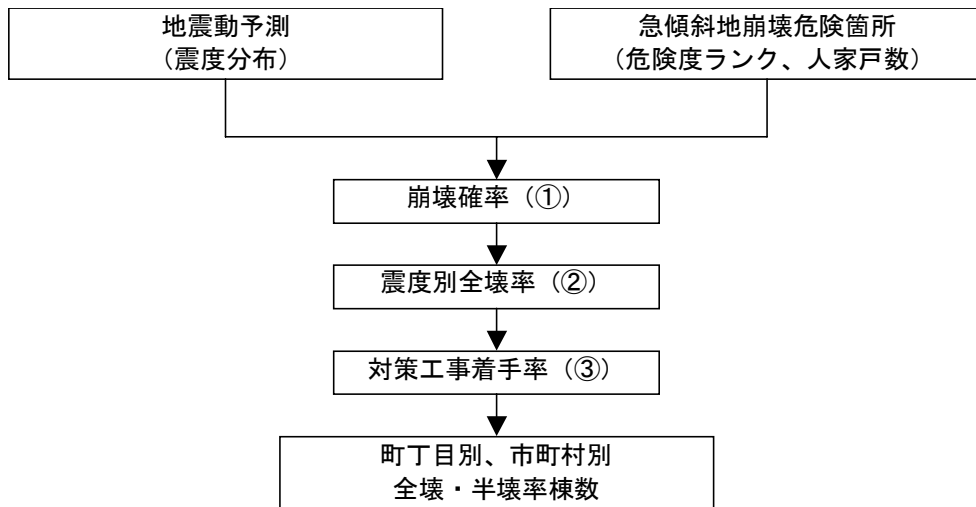
| 杭なし | 杭あり※ |
|-------|------|
| 23.2% | 0.0% |

※ 杭あり: 4F以上の建物及び
S55以降の1~3Fの建物の20%

* 1964年新潟地震時の液状化発生状況に基づき設定

(4) 急傾斜地崩壊による建物被害

急傾斜地崩壊による全壊棟数＝危険箇所内人家戸数×崩壊確率×全壊率×(1－対策工事着手率)
 (首都直下地震に係る被害想定手法(内閣府))



① 危険度ランク別崩壊確率

| ランク | 崩壊確率 |
|-----|------|
| A | 95% |
| B | 10% |
| C | 0% |

* 1978年宮城県沖地震の実態をもとに設定

② 震度別全壊率

| ～震度4 | 震度5弱 | 震度5強 | 震度6弱 | 震度6強 | 震度7 |
|------|------|------|------|------|-----|
| 0% | 6% | 12% | 18% | 24% | 30% |

* 宮城県沖地震と伊豆大島近海地震の実態をもとに設定

③ 対策工事着手率

・1都3県については各都県、その他の県については内閣府調査に基づく。

(注意) 町丁目と250mメッシュデータのリンク方法

地震動解析結果：250mメッシュ単位

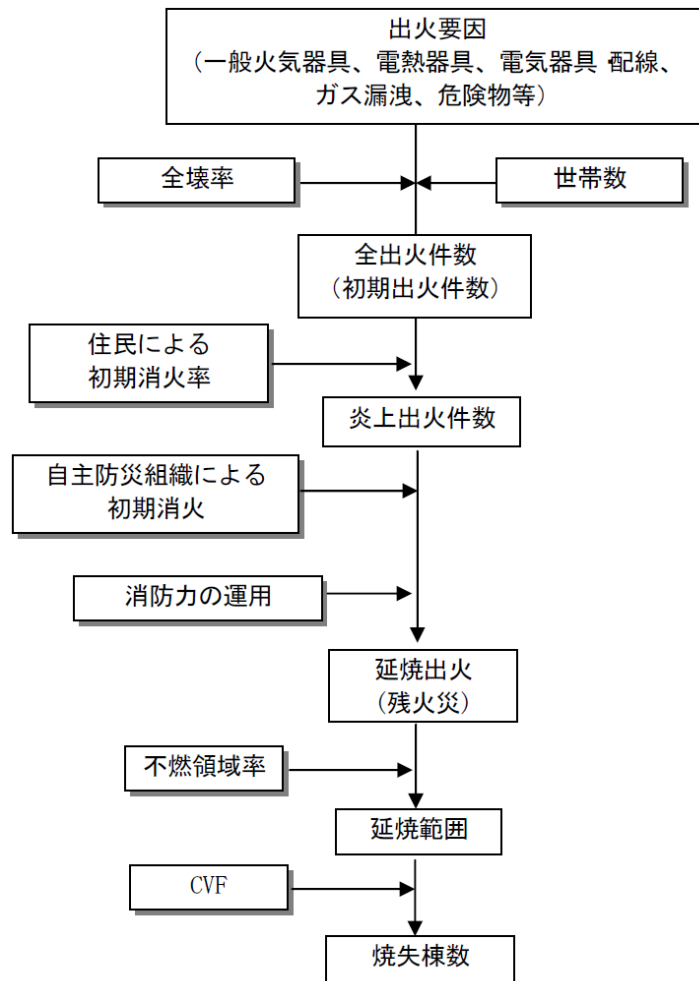
建物・人口情報：町丁目単位

案①：町丁目に含まれる全てのメッシュを抽出し、地震動が最大となるメッシュを町丁目の代表値として設定する。

案②：町丁目に含まれる全てのメッシュを抽出し、その平均値を算出する。

(5) 地震火災による建物被害

- 出火要因は、一般火気器具、電熱器具、電気機器・配線、化学薬品、漏洩ガスからとし、一部の要因については、季節変化と時刻変化があるものとして扱う。
- 地震時に発生する全ての出火のうち、家人、隣人、自主防災組織等の初期消火による効果を踏まえ、残りの組織的な消防活動が必要とされる炎上出火を取り扱う。
- 延焼については、地域の消防力の一次運用により消されずに残った火災を残火災とする。

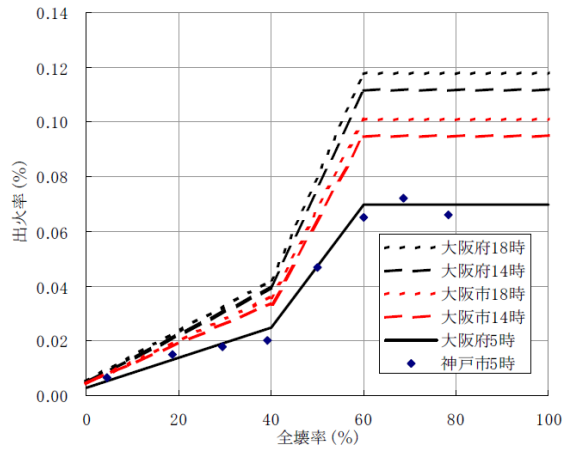


出火・延焼・焼失棟数予測フロー

①出火予測

全出火件数 = Σ (町丁目の世帯数 × 出火率)

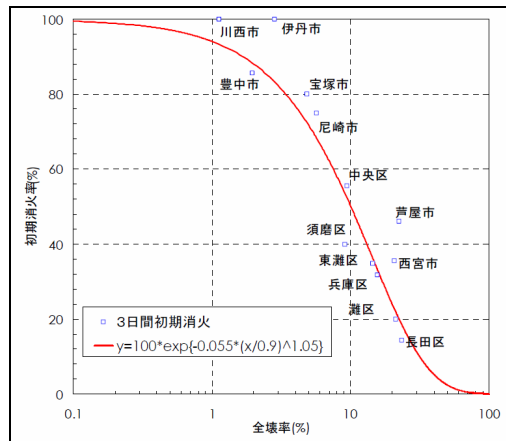
「出火率～建物全壊率」の経験式：要検討



出火率～建物全壊率（大阪府）

②炎上出火件数予測（初期消火考慮）

炎上出火件数 = Σ (町丁目の全出火件数 × (1 - 初期消火率)) × 時間推移比率



兵庫県南部地震による初期消火率と全壊率

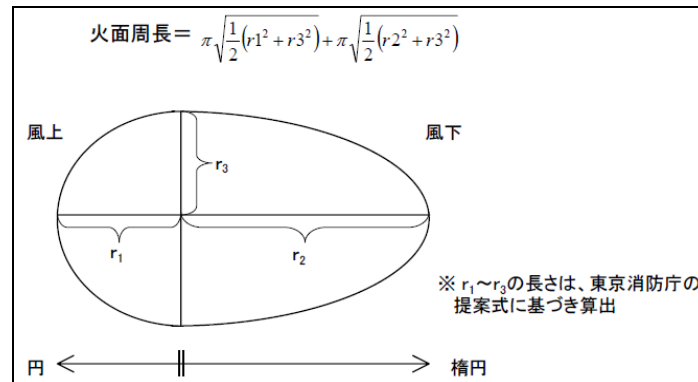
③消防力予測

②の炎上出火のうち地域の消防組織、自主防災組織で消火可能な消防力予測を行う。

延焼による火面周長 S_f と消火能力の火面周長 S_p を求め、 $S_f > S_p$ の場合に延焼出火とする。

延焼による火面周長 S_f : 出火後、消防車が到着するまでの間に燃え広がる広さ

消火能力の火面周長 S_p : 駆けつける事ができる消防車台数と放水口あたりの担当火面周長



④延焼被害、焼失棟数予測

延焼出火が想定された地区毎に延焼出火時点から経過時間に応じた延焼規模（想定時季と風速を考慮する）を求め、地区の延焼出火数を乗じて延焼面積を算出する。

隣接メッシュへの延焼可能性

| 不燃領域率 | 焼失率 | 隣接地区への延焼可能性 |
|---------|---------|-------------|
| 70%以上 | 20~10% | 無し |
| 50%~70% | 30~20% | 無し |
| 25%~50% | 50~30% | 有り |
| 0~25% | 100~50% | 有り |

(注) 兵庫県南部地震の状況と建設省総合技術開発プロジェクト「都市防火対策手法の開発」(建設省)に基づき求めた。

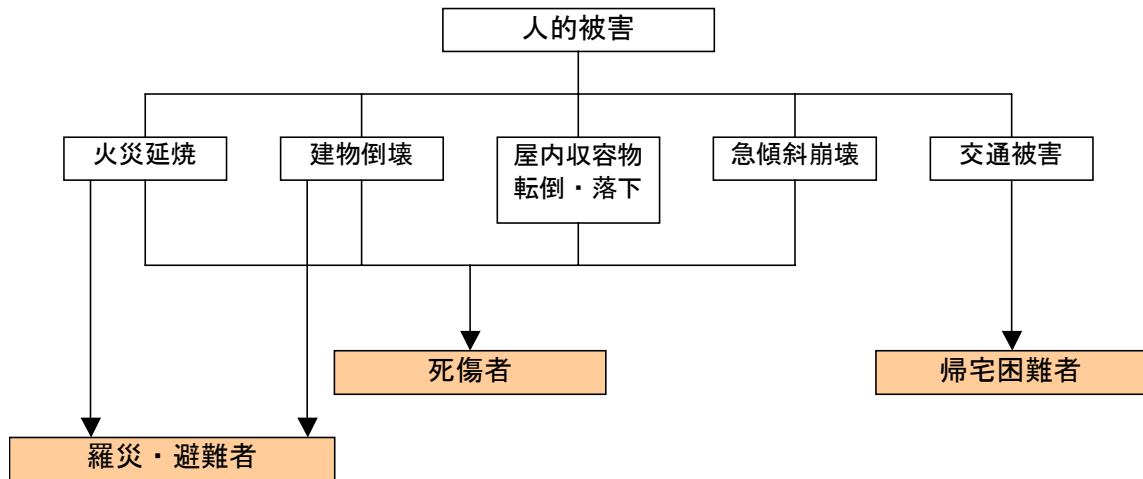
不燃領域率と焼失率の関係には、阪神・淡路の被害実績や建設省総合技術開発プロジェクトによるシミュレーション結果から求められた、大阪府の式を用いる。

$$\begin{aligned}
 \text{焼失率} &= (-5/2) \times \text{不燃領域率} \times 100 + 100 \quad (0 \leq \text{不燃領域率} \leq 0.20) \\
 &= (-2/3) \times \text{不燃領域率} \times 100 + 190/3 \quad (0.20 < \text{不燃領域率} \leq 0.50) \\
 &= (-1/2) \times \text{不燃領域率} \times 100 + 55 \quad (0.50 < \text{不燃領域率} \leq 0.70) \\
 &= (-1/3) \times \text{不燃領域率} \times 100 + 130/3 \quad (0.70 < \text{不燃領域率} \leq 1.00)
 \end{aligned}$$

$$\text{焼失棟数} = \text{低層建物数 (木造建物+1,2階の非木造建物)} \times \text{焼失率} / 100$$

3. 人的被害予測

地震による人的被害として、「死者数」「負傷者数（重傷、軽傷）」「罹災・避難者数」「帰宅困難者数」を想定する。



(1) 人口データ

- ①町丁目単位
- ②昼間人口 H17 (H12 国勢調査を H17 市町村集計結果で比例配分)
- ③夜間人口 H17 (H12 国勢調査を H17 市町村集計結果で比例配分)
- ④昼間在宅人口 H17

(2) 建物被害による死傷者数予測

- ①各時間帯の屋内（在宅、勤め先）人口の算出
木造建物内滞留人口、非木造建物内滞留人口の算出
- ②建物倒壊による死傷者数の算出

木造建物における死者数 = Σ (死者率－木造建物被害率) × 各時間帯の木造屋内人口

非木造建物における死者数 = Σ (死者率－非木造建物被害率) × 各時間帯の非木造屋内人口

負傷者数 = Σ (負傷者率－建物被害率) × 各時間帯の屋内人口

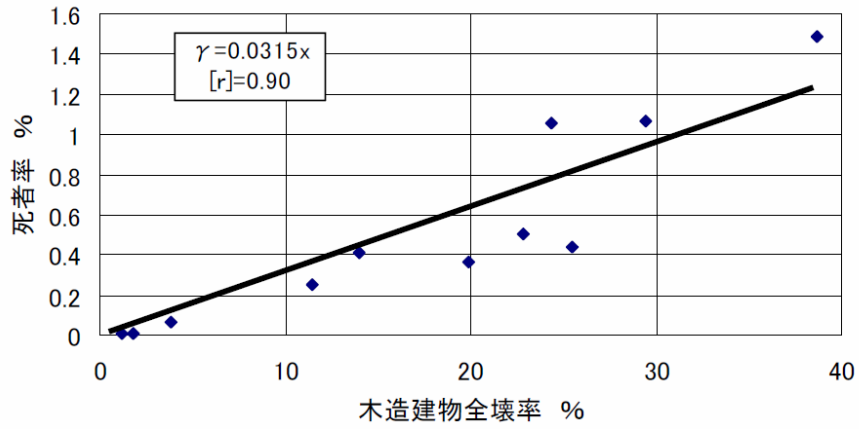
重傷者数 = Σ (重傷者比率－建物被害率) × 予測負傷者数

死者率：死者数／屋内人口

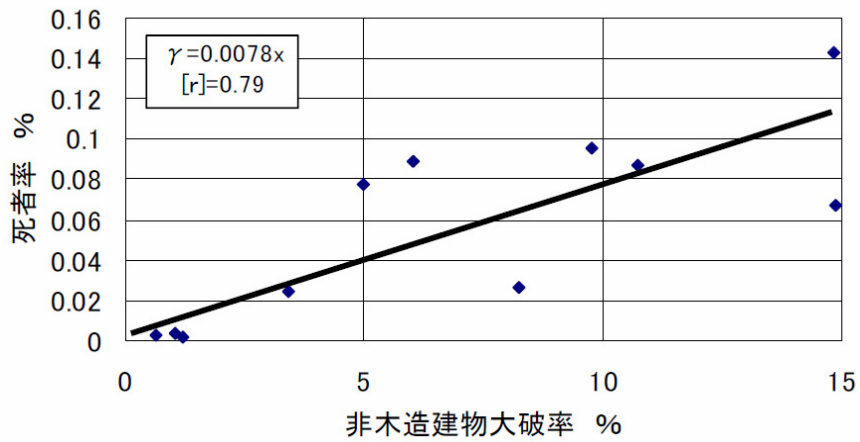
負傷者率：負傷者数／屋内人口

重傷者比率：重傷者数／負傷者数

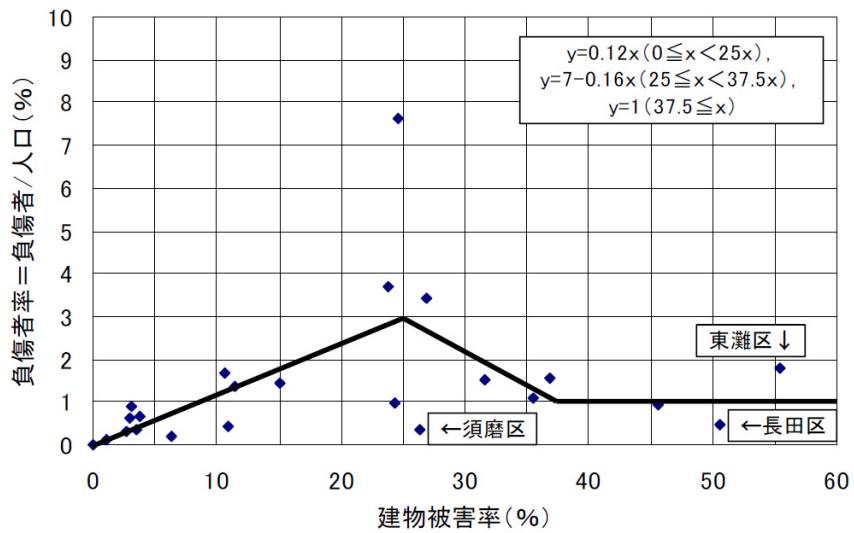
建物被害率：(全壊数＋半壊数／2) ／建物数



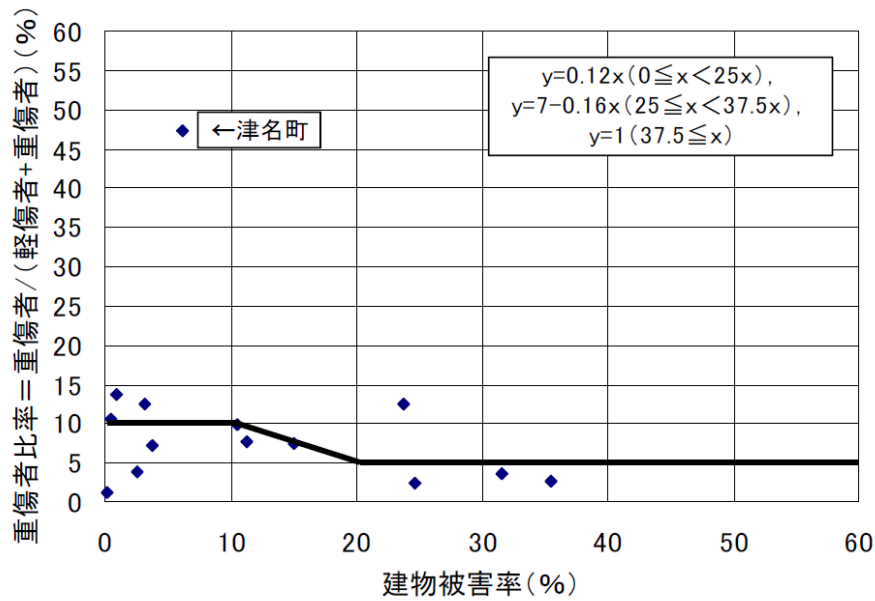
木造建物における全壊率と死者率の関係（兵庫県南部地震）（東京都 1997）



非木造建物における大破率（=全壊率）と死者率の関係（兵庫県南部地震）（東京都 1997）



建物被害率と負傷者率の関係（兵庫県南部地震）（大阪府 1997）

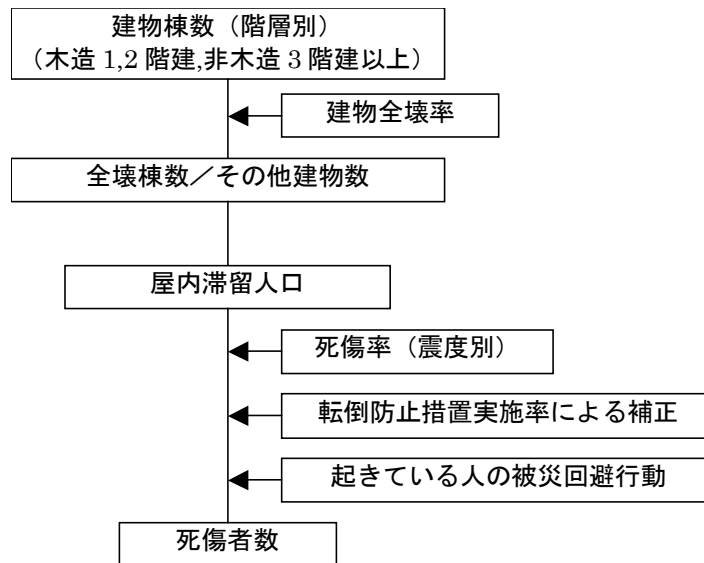


建物被害率と重傷者比率の関係（兵庫県南部地震）（大阪府 1997）

（3）屋内収容物転倒・落下による死傷者数の予測

家具類等の転倒による死傷者と、屋内落下物に伴う死傷者が対象。

転倒防止措置実施状況に応じた被害率の補正



家具類等の転倒による人的被害想定フロー

家具等の転倒による死傷率

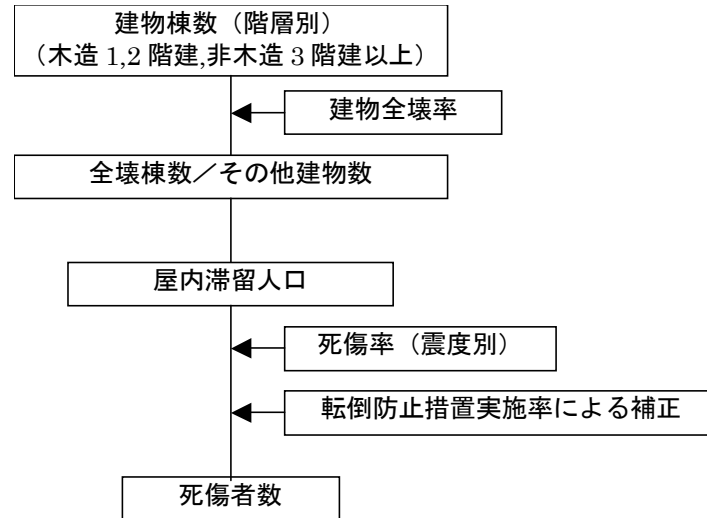
| 震度 | 全壊 | | | その他 | | |
|----|------------------------|----------|-------------------------|----------|----------|---------|
| | 死亡率 | | 負傷率 | 死亡率 | | 負傷率 |
| | 1・2階 | 3階以上 | | 1・2階 | 3階以上 | |
| 7 | 0.095% | 0.019% | 1.29% | 0.0040% | 0.00080% | 0.0540% |
| 6強 | 0.024% | 0.0048% | 0.32% | 0.0038% | 0.00062% | 0.0515% |
| 6弱 | 0.00095% | 0.00020% | 0.0129% | 0.0024% | 0.00037% | 0.0328% |
| 5強 | $3.8 \times 10^{-6}\%$ | 0 | $5.08 \times 10^{-5}\%$ | 0.0013% | 0.00020% | 0.0182% |
| 5弱 | 0 | 0 | 0 | 0.00077% | 0.00012% | 0.0105% |

（出典：首都直下地震に係る被害想定手法について、内閣府、2005）

起きている人により被災回避率

| 時間 | 起きている人の割合 | 行動率 | 被災回避率 |
|----|-----------|-----|-------|
| 5 | 6% | 11% | 0.7% |
| 12 | 94% | 11% | 10.3% |
| 18 | 98% | 11% | 10.8% |

(出典：首都直下地震に係る被害想定手法について、内閣府、2005)



屋内落下物による人的被害想定フロー

屋内落下物による死傷率

| | 全壊 | | | その他 | | |
|-----|------------------------|-----------|------------|----------|-----------|----------|
| | 死亡率 | | 負傷率 | 死亡率 | | 負傷率 |
| 震度 | 1・2 階 | 3 階以上 | | 1・2 階 | 3 階以上 | |
| 7 | 0.024% | 0.0047% | 0.620% | 0.0011% | 0.00023% | 0.0295% |
| 6 強 | 0.0059% | 0.0012% | 0.152% | 0.0010% | 0.00018% | 0.0280% |
| 6 弱 | 0.00023% | 0.000051% | 0.00601% | 0.00065% | 0.00011% | 0.0174% |
| 5 強 | $9.0 \times 10^{-7}\%$ | 0 | 0.0000234% | 0.00036% | 0.000058% | 0.00958% |
| 5 弱 | 0 | 0 | 0 | 0.00021% | 0.000035% | 0.00559% |

(出典：首都直下地震に係る被害想定手法について、内閣府、2005)

(4) 斜面災害による死傷者数の予測

東京都防災会議 (1991) の手法に従い、1967 年から 1981 年までの崖崩れの被害実態から求められた、被害棟数と死者数・負傷者数との関係式により、人的被害を算出する。

$$\text{死者数} = 0.098 \times \text{崖崩れによる全壊棟数}$$

$$\text{負傷者数} = 1.25 \times \text{死者数} \quad (\text{うち半数が重傷者})$$

(5) 火災による死傷者数予測

| シーン | 死者発生シナリオ | 備考 |
|------|--------------------------|---|
| 出火直後 | 炎上出火家屋からの逃げ遅れ | 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) | 揺れによる建物被害で建物内に閉じ込められた後に火災、逃げられない人 |
| 延焼中 | 延焼拡大時の逃げ惑い | 建物内には閉じ込められていないが、避難にとまどっている間に延焼が拡大し、巻き込まれて焼死した人 |

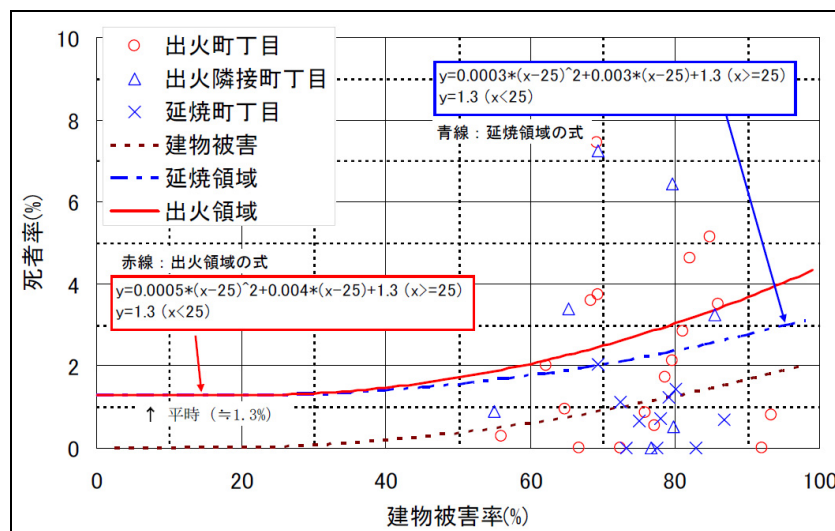
火災死者数 = 焼失対象人口 × (延焼死者率 - 建物死者率)

火災負傷者数 = 火災死者数 × 平時に死傷者比率 (=5.4)

ここで焼失対象人口 = 町丁目屋内人口 × 町丁目焼失棟数 / 町丁目建物棟数

延焼死者率 = 死者数 / 焼失対象人口

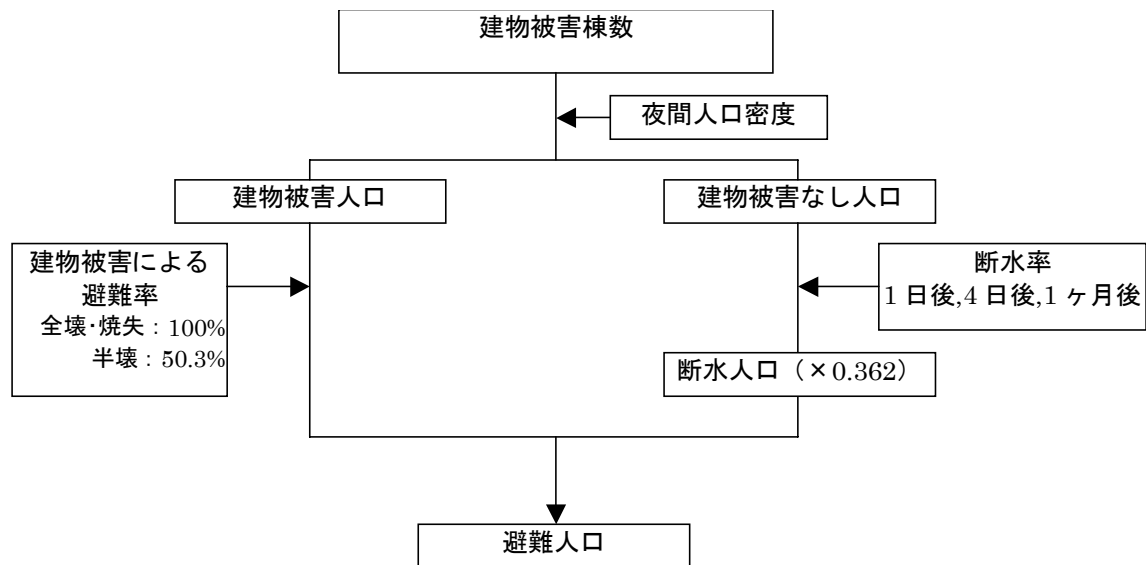
死傷者比率 = 負傷者数 / 死者数



兵庫県南部地震における出火・延焼町丁目の死者率と設定線 (大阪府 2006)

(6) 避難者数予測

建物被害やライフライン被害に伴い、避難所生活または疎開を強いられる住居制約者数を算出。



発災1日後、4日後、1ヶ月後を想定

(1日後の場合)

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

(4日後、1ヶ月後の場合)

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

神戸市内震度7地域の住民へのアンケート調査（室崎ら（1996）より、
避難する人は全壊住宅で100%、半壊住宅で50.3%、
軽微または被害なし住宅で36.2%（断水時の避難率として用いる。）