

特にご審議をいただきたい事項

- 1 津波による人的被害等
 - (1) 人的被害算出時の避難率の設定及び表現方法
 - (2) 海水浴客
 - (3) 避難所生活者数の算出（避難要因その1）
 - (4) 避難所生活者数の算出（避難要因その2）
- 2 震災関連死
- 3 交通人的被害（鉄道）
- 4 建物被害の重複排除

1 津波による人的被害等

(1) 人的被害算出時の避難率の設定及び表現方法

□課題認識

前回の専門委員会では、最悪の場合を示して避難の重要性を示すとの観点から、津波からの避難率を0%で設定することとされた。その結果、国の想定と比較して津波による死者数が大きくなる一方、その分の避難所生活者数が減る結果となった。

□分析

① 今回の想定結果

- 国想定と県想定を比較すると、避難率の違いなどから浸水面積の増に対して、津波死者数の増の割合が極めて大きくなる。
- 国の想定では最悪ケース（早期避難率が低い場合）でも、地震発生15分後までに70%の人が避難を開始する設定である。
- なお、東日本大震災の際、南あわじ市（津波警報・予想：高いところで2m、観測：1m未満）における避難所への避難率は約3%であった。

<国想定（70%避難）と県想定（避難率は1、2Fの人口を対象）の比較>

県想定 の避難率	浸水面積	津波死者数
避難率0%	3.2倍	約23倍（県想定：約9.4万人）
避難率70%	3.2倍	約7倍（県想定：約2.9万人）
避難率100%	3.2倍	約0.4倍（県想定：約0.17万人）

<参考>：大阪府想定（避難率70%の場合）

	浸水面積	津波死者数
国想定→府想定	3.6倍	約14倍（府想定：約13.4万人）

② 避難率設定による他の想定項目への影響

- 津波による死者数が大きく算出されると、避難所生活者数が減少し、避難所対策等の物資の需要量が過少に想定される。（70%避難とすると、0%に比べて、1日目の避難所生活者数が約4.3万人の増。2日目以降は3.0万人程度の増と予測される）
- 改修予定の県のフェニックス防災システムに本想定的前提（避難率0%）を搭載すると、発災時の即時予測結果において、実状と乖離した結果が算出される可能性がある。

③ 国想定 の避難率70%に関する考察

- 東日本大震災の調査結果で、「避難せず何らかの行動をしている最中に津波が迫ってきた・避難しなかった」の割合が、率の高い市で、約25～27%（死者含む）であったことから、国は30%が「切迫避難・避難しない」、としている。
- 兵庫県警（2012）「津波に関するアンケート分析結果」では、津波警報発表後の避難について、「すぐに避難する」＋「避難勧告、避難指示が出てから避難する」が各地域で70%前後の値となっている。

□事務局案

- ① 国想定に準じて避難率70%を基本ケースとし、避難率0%を参考値として併記する。
- ② 対策検討にあたっては、遺体対応には避難率0%ケース、避難所対応には避難者数が増える避難率100%ケースの数字をベースとする。

(2) 海水浴客等

□課題認識

夏の休日の昼間には、津波浸水地域の海水浴場等に多くの海水浴客等(ヨット、釣りなどを含む)が存在しているため、人的被害を求める際に考慮しておく必要がある。

□分析

① 海水浴客等のデータ

- 海水浴客等は、1日平均客数に比べて、ピーク日の客数がかかなり多い。

【須磨海水浴場の客数の例】

年間 (H25) (A)	客数 (B)		B/A
約74万人	1日平均	約1.4万人	1.9%
	日最大	約6.2万人(8月11日、日曜日)	8.4%

地域名	市区町名	総海水浴客数	52日間の 単純平均	ピーク(8.4%)
阪神・ 神戸	神戸市全体	931,861	17,920	78,276
	須磨区	699,000	13,442	58,716
	垂水区	232,861	4,478	19,560
	西宮市	766,396	14,738	64,377
播磨	明石市	258,000	4,962	21,672
	姫路市	111,194	2,138	9,340
	たつの市	11,100	213	932
	赤穂市	31,498	606	2,646
淡路	南あわじ市	189,282	3,640	15,900
	淡路市	148,694	2,860	12,490
小計		2,448,025	47,077	205,634

(年間営業日:7/11~8/31の52日と仮定)

- ピーク日の20.6万人全員が逃げずに(避難率0%)死亡した場合、夏昼間12時における津波による死者数9.4万人(避難率0%)と比較しても無視できない数字である。

② 海水浴客等データの問題点

- ・ ピーク日は1年に1日しかなく、津波と重なる確率は非常に小さい。
- ・ ピーク日の12時時点で、全員が海水浴場等に滞在しているとは限らない(実際は朝から夕刻までの時間帯に分散して滞在している)。
- ・ 夏昼間12時における津波による死者数の算出には昼間人口を使用しているが、昼間人口には通勤・通学が考慮されており、平日の人口である。それに対して海水浴客等のピークは休日であり、通常重なることはない。

□事務局案

案①: 1日平均の客数を、津波死者数に考慮・加算する。

案②: ピーク客数を津波死者数に考慮・加算する。

案③: ピーク客数を参考値として津波死者数と別枠で記載する。

(3) 避難所生活者数の算出（避難要因その1）

□課題認識

避難所生活者数について、以下の3点を国手法と異なるものとした。

	県想定	国想定
浸水域の家屋被害がない住民が自宅に戻る時期	2日目	4日目
液状化による半壊建物の住民の取扱い	避難所へ行かない	避難所へ行く
長期湛水の考慮	考慮する	考慮しない

□分析

○浸水域の家屋被害がない住民が自宅に戻る時期

- ・ 国想定では、津波警報に伴う避難指示・勧告により浸水域の全員が3日間避難する。
- ・ 県では、発災翌日に津波警報が解除されると考え、浸水域の全員が避難するのは1日間とした。

3/11の15時頃発災の東日本大震災では、3/12の5時台には津波はほぼ収束していた。
データ伝送経路断絶により津波水位データのリアルタイム伝送ができなくなっていたため、津波警報等の解除に3日を要したと考えられる。

出所：国土交通省東北地方整備局(2011)「巨大津波からの港湾の復旧とGPS波浪計について」

○液状化による半壊の取扱い

- ・ 国想定では、液状化による半壊建物からも避難所生活者が発生するとされた。
- ・ 液状化による半壊被害は、高さ120cmあたりの傾き幅1.2～2cmであり、避難所で暮らすよりは自宅に留まると考えられる。

浦安市復興計画(2012)によると、東日本大震災時の浦安市では、全壊24棟、大規模半壊1,560棟、半壊2,185棟の建物被害が発生したが、避難所生活者はほとんど発生しなかった。

○長期湛水の考慮

- ・ 1日目に浸水域の全員が避難する際、1階及び2階の住民を対象とし、3階以上の住民は留まると想定した。
- ・ 一方、阪神地域にはゼロメートル地帯が存在し、津波が収まった2日目以降も、水が抜けずに湛水状況が続くと想定される。
- ・ そのため、2日目に長期湛水域の全員が避難すると想定した。国と比べると1週間後以降の時点の避難者が増える要素となる。

□事務局案

時期	要因	住民の動き
1日目	建物被害	液状化による半壊建物の住民は避難しない
	津波	浸水域の1、2階住民が避難
2日目	建物被害	
	津波	浸水域の建物被害がない1、2階住民は帰宅
	長期湛水	長期湛水域の全住民が避難。水が排水されるまで避難継続

(4) 避難所生活者数の算出（避難要因その2）

□課題認識

国の想定手法では、全壊・焼失棟数、断水の状況、避難所避難者比率から避難所生活者数を算出しているが、阪神・淡路大震災の被害を再現できない。

断水により1週間目から避難者が発生する計算方法は理解が得られない。

□分析

① 国の想定手法

$\text{全避難生活者数} = (\text{全壊建物棟数} + 0.13 \times \text{半壊棟数}) \times \text{市町村別の1棟当たり平均人員数} \\ + \text{断水人口} \times \text{断水時生活困窮度}$			
生活困窮度：	(当日・1日後) 0.0	→	(1週間後) 0.25 → (1ヶ月後) 0.90
避難所避難者と避難所外避難者の割合：			
	(当日・1日後) 60:40	→	(1週間後) 50:50 → (1ヶ月後) 30:70

② 国の想定手法の検証

神戸市のデータを使って国の想定手法の検証を行った。

〔使用したデータ〕

- ・全壊+全焼棟数、半壊棟数（いずれも住家+非住家）
- ・就寝者数（神戸市は食事のみの利用者を除いて集計している。）
- ・1棟当たり人口：4人（震災当時の神戸市全域の値）
- ・断水状況：供給戸数72万戸、1週間目断水率50%、1か月後断水率20%

〔推計結果〕

時期	国手法	阪神・淡路大震災時の実績	実績との乖離率	建物被害のみの場合の乖離率
当日・1日後	建物被害による：195,757人	202,043人	0.97	0.97
1週間目	建物被害による：163,131人 断水による：139,217人 計：302,348人	195,567人	1.55	0.83
1か月目	建物被害による：97,878人 断水による：18,730人 計：116,609人	106,050人	1.10	0.92

断水による避難者数の割合が非常に大きくなるうえ、断水を考慮した1週間目、1か月目の推計値が過大になっている。（断水分だけ多いイメージ）

□事務局案

案1：国の想定手法から、断水による影響部分を削除する。

案2：神戸市のデータを用いて係数等を新たに設定する。

【案2の検討】

1 基本的な考え方

国の想定手法に準じて、阪神・淡路大震災における神戸市の全壊・焼失棟数、半壊棟数及び避難所就寝者数の実績値をもとに、次の基本式にて避難所避難者数を算出する。

〔基本式〕

$$\text{避難所避難者数} = \{ (\text{全壊・焼失棟数}) \times \alpha + \text{半壊棟数} \times \beta \} \times \text{1棟当たり平均人員} \times \text{避難所避難比率} \gamma$$

2 係数の設定

① 推計の基礎とするデータ

国想定では、神戸市の震災当日の避難者数を推計しているが、当日は正確なデータが取得できていないため、2日目の避難者数を推計する。なお、2日目が避難所就寝者数のピークとなっている。

② 全避難者数の推計

兵庫県の生活復興調査を基にした木村ら（2010）の論文では、震災当日の避難所避難比率は約58%である。森田他（1997）の調査では、2日目に避難した人が1割程度存在することから、2日目の避難所避難比率を $58 \div 0.9 = 64 \div 65\%$ と設定する。

神戸市の震災2日目の避難所就寝者数は222,127人であり、2日目の避難所避難比率を65%とすれば、2日目の避難者数は約341,734人となり、これは全壊・全焼建物数の100%+半壊建物数の20%の居住人口に相当する。従って、上の基本式における係数は、 $\alpha = 1$ 、 $\beta = 0.2$ となる。

③ 避難所避難率の設定

基本式をもとに、1週間目、1か月目の神戸市の避難所就寝者数に合致するよう、避難所避難率を設定する。その結果は次表のとおり。

	2日目	1週間目	1か月目
今回の設定	0.65	0.57	0.31
国想定	0.60	0.50	0.30
木村論文	0.58（当日）	—	0.13

3 避難所生活者数の推計

建物被害と断水人口を用いて単純に避難所生活者数を推計した結果は次表のとおり。国手法と比べると、案2の手法では15%程度被害が大きくなるが、概ね同じ傾向となる（2日目は国手法では当日と同数とされているため、差が広がっている。）。

〔揺れによる建物被害に伴う避難所避難者数〕

	当日	2日目	1週間目	1か月目
国手法（A）	150,552	150,552	144,990	79,809
案2手法（B）	172,400	191,555	167,979	91,357
B/A	1.14	1.27	1.16	1.14

※実際の想定では死者等が控除されるため、避難所生活者数はこの値の40%程度の数字になる。

2 震災関連死

□課題認識

国の被害想定では、震災関連死は定性評価にとどまっているが、実際の災害時には多くの関連死者が発生しているため、定量的に震災関連死の数を把握しておく必要がある。

□分析

関連死の定義・認定基準が災害により異なり、被災状況や被災後の環境によって発生の仕方が大きく異なるため、震災関連死の定量的な想定手法は未確立である。

建物全壊棟数及び直接死者数からの推計を試みた。

(1) 全壊棟数からの推計

阪神・淡路大震災、新潟県中越地震、東日本大震災の事例からは、建物全壊棟数に対する関連死の発生率は、概ね0.9%~2.3%と想定される。阪神・淡路大震災の0.9%を採用すると、県内の最大全壊棟数約38,550棟に対し、約350人の関連死の発生が想定される。

阪神・淡路大震災	中越地震	東日本大震災 (宮城県)	東日本大震災 (岩手県)
全壊棟数 104,906 棟 (H18.5.19 兵庫県) ・関連死 919 人 (H17.12.22 兵庫県)	全壊棟数 16,985 棟 (H21.10 消防庁) ・関連死 52 人 (H24.5 内閣府)	全壊棟数 82,889 棟 (H25.9.9 消防庁) ・関連死 873 人 (H25.9.30 復興庁)	全壊棟数 18,460 棟 (H25.9.9 消防庁) ・関連死 417 人 (H25.9.30 復興庁)
●全壊棟数に対する 関連死比率 (0.9%)	●全壊棟数に対する 関連死比率 (1.6%)	●全壊棟数に対する 関連死比率 (1.1%)	●全壊棟数に対する 関連死比率 (2.3%)

※東日本大震災の関連死には自殺者を含む

(2) 直接死者数からの推計

阪神・淡路大震災や東日本大震災の事例から、直接死に対する関連死の発生率は、概ね16%程度と想定される。県下の最大直接死約95,000人(海水浴客を含まない)に対し、約15,200人の関連死の発生が想定される。津波からの避難率に大きく左右される結果となり、結果として避難所生活者が増える(避難率が上昇する)と関連死者数が減る計算となり、発生原因との因果関係が矛盾すると考えられる。

阪神・淡路大震災のケース	東日本大震災のケース	東日本大震災(福島県除く)
直接死・関連死(県内6,402人) ・直接死 5,483人 (H17.12.22 兵庫県) ・関連死 919人 (H17.12.22 兵庫県)	・死者(直接死) 行方不明者約18,500人 (H25.9 警察庁) ・震災関連死 2,916人 (H25.9.30 復興庁)	・死者(直接死) 行方不明者約16,700人 (H25.9 警察庁) ・震災関連死 1,344人 (H25.9.30 復興庁)
●直接死に対する 関連死比率 (16.76%)	●直接死に対する 関連死比率 (15.76%)	●直接死に対する 関連死比率 (8.05%)

□事務局案

震災関連死には病院の被災や生活の拠点(住宅)の喪失などが強く関係し、地域特性も影響していると考えられることから、阪神・淡路大震災における全壊棟数に対する関連死比率をもとに想定し、死者数に加える。

$$\text{震災関連死者数} = \text{全壊棟数} \times 0.9\%$$

3 交通人的被害（鉄道）

□課題認識

鉄道事故は、ひとたび発生すると、大規模な人的被害が発生する可能性があるが、発生確率は低く、今回の国想定では定量評価は行われていない。

また、H22の本県想定の手法で算出した場合、被害量は死者数22人と大きくない。

（出所は、中央防災会議専門委員会の「中部圏・近畿圏の内陸地震」に係る被害想定の手法）

□分析

○わが国における戦後の主な鉄道事故

発生	事故名	死者数	負傷者数	備考
昭和 22(1947)年 2 月 25 日	八高線列車脱線転覆事故	184 人	495 人	
昭和 26(1951)年 4 月 24 日	桜木町事故	106 人	92 人	列車火災
昭和 37(1962)年 5 月 3 日	三河島事故	160 人	296 人	多重衝突事故
昭和 38(1963)年 11 月 9 日	鶴見事故	161 人	120 人	多重衝突事故
平成 3(1991)年 5 月 14 日	信楽高原鐵道列車正面衝突事故	42 人	614 人	乗客数計 966 人 (死傷率 68%)
平成 17(2005)年 4 月 25 日	福知山線列車脱線事故	107 人	562 人	定員 1,089 人 (定員乗車と仮定、 死傷率 63%) 時速約 120 km/h

○今回想定における死傷率設定（H22 と同じ）

列車種別	死者率	負傷者率（重傷者含む）	死傷率
在来線、私鉄	0.18%	11.8%	11.98%
新幹線	2.0%	4.4%	6.4%
地下鉄	0.09%	5.9%	5.99%

○鉄道車両の乗客数

新幹線N700系：定員約1,300名

新快速(16両編成)：定員約1,680名

□事務局案

鉄道事故に関しては不確定要素が多く、一方、発生すれば100人単位の死傷者が生じる場合もあり得ることから、定性評価とし、「鉄道事故1箇所では1,000人を越える乗客が被害に遭う可能性がある。」との表現とする。

4 建物被害の重複排除

□課題認識

建物被害数量は要因別（地震、液状化、土砂、火災、津波）に求めているが、これらの結果を単純に合計すると、被害の重複が生じ、過大な被害となる場合があることから、重複排除を行う必要がある。一方重複排除を行った結果、与えられる順番が遅い外力は、相対的に被害量が小さくなる。

□分析

○国及び県の重複排除の順番（詳しくは報告書第2部の1.7参照）

国：液状化 → 揺れ → 土砂災害 → 津波 → 火災

県：揺れ → 液状化 → 火災 → 津波

- ・ 県は、外力が襲来する時間軸に沿った順番とした。
- ・ 重複排除の方法は、以下のとおりである。

地震で全・半壊被害発生

→ 地震で全壊しなかった建物（半壊を含む）が、液状化で全・半壊発生

→ 地震と液状化で全壊しなかった建物（半壊を含む）が、火災で全焼発生

→ 地震と液状化と火災で全壊しなかった建物（半壊を含む）が、津波で全・半壊発生

○重複排除のメリット

- ・ 複数の要因（災害）による被害が積み重なる場合、重複排除を行うことで、同一の建物が何度も全・半壊するというようなことを避け、建物被害の正しい合計値を求めることができる。
- ・ 時間軸に沿った重複排除を行うことで、各時点の被害の様相が明らかになる。
(例：津波が到達する前に、既に浸水域の建物が多く全壊している)

○重複排除のデメリット

- ・ 与えられる順番が遅い外力は、相対的に被害量が小さくなる。

(例：先行する3つの要因で90%の建物が全壊した後に、建物100%が流出全壊する大津波が来た場合も、津波による全壊棟数は3つの要因後に残っていた10%の建物数と算出される)

[今回の南あわじ市の想定結果]

	揺れ	液状化	土砂	火災	津波	計	建物総数	被害率
全壊	10,229	24	41	15	958	11,267	48,763	23%
半壊	10,447	823	97	-	985	12,352	48,763	25%

※福良地区の建物棟数は約4,500棟であり、津波による全壊数が少なすぎるように見える。

□事務局案

- ① 合計値としての全・半壊棟数は正しいが、個別の要因毎の数字の取り扱いには注意が必要である。合計値が最も意味がある数字である旨を報告書等に明記する。
- ② 津波被害の指標として、浸水地域内の建物棟数と暴露人口を算出する。