

中央防災会議
「東南海、南海地震等に関する専門調査会」
(第34回)

中部圏・近畿圏の内陸地震に係る
被害想定手法(案)について

～ 交通被害、ライフライン被害、孤立集落の発生など ～

平成20年5月14日

中央防災会議事務局

目 次

1. 被害想定的前提条件	1
(1) 想定するシーン	1
(2) 被害想定項目	2
(3) 震源別の被害想定項目	3
2. 交通施設被害の算出手法	4
(1) 道路施設被害（交通施設被害）	4
1) 基本的な考え方	4
2) 被害想定手法	4
① 耐震補強の有無別被害率	5
(2) 鉄道施設被害（交通施設被害）	7
1) 基本的な考え方	7
2) 被害想定手法	7
(3) 港湾施設被害（交通施設被害）	10
1) 基本的な考え方	10
2) 被害想定手法	10
① 港湾岸壁被害率	10
(4) 空港施設被害（交通施設被害）	12
1) 基本的な考え方	12
3. 建物倒壊による道路閉塞発生の算出手法	13
(1) 建物倒壊による道路閉塞の発生	13
1) 基本的な考え方	13
2) 被害想定手法	13
① 建物被災率	13
② 道路幅員別リンク閉塞率	13
4. ライフライン被害の算出手法	16
(1) 上水道（ライフライン施設被害）	16

1) 基本的考え方	16
2) 被害想定手法(供給支障)	17
3) 復旧に関する想定	20
(2) 下水道(ライフライン施設被害)	23
1) 基本的考え方	23
2) 被害想定手法(機能支障)	23
3) 復旧に関する想定	24
(3) 電力(ライフライン施設被害)	25
1) 基本的考え方	25
2) 被害想定手法(供給支障)	26
3) 復旧に関する想定	27
(4) 通信(ライフライン施設被害)	28
1) 基本的考え方	28
2) 被害想定手法(供給支障)	29
3) 復旧に関する想定	31
(5) ガス(ライフライン施設被害)	32
1) 基本的考え方	32
2) 被害想定手法(供給支障)	32
3) 復旧に関する想定	32
5. 人的被害の算出手法	34
(1) 災害時要援護者の被害	35
1) 基本的な考え方	35
2) 被害想定手法	35
① 災害時要援護者の死者率	35
(2) 自力脱出困難者の発生	37
1) 基本的な考え方	37
2) 被害想定手法	37
① 自力脱出困難者発生率(下敷き・生き埋め者率)	38
(3) 帰宅困難者の発生	39
1) 基本的な考え方	39
2) 被害想定手法	39
① 滞留者数	39
② 帰宅困難割合の設定	39

(4) 避難者の発生	40
1) 基本的な考え方	40
2) 被害想定手法	40
① 建物被害による避難率	41
② 断水による避難率	41
③ 避難所生活者数と疎開者数の比	41
6. その他の被害	42
(1) 道路における人的被害	42
1) 基本的な考え方	42
2) 被害想定手法（揺れによるハンドル操作ミスによる死傷者数）	42
① 震度6強以上エリア内走行自動車台数	42
② 人身事故発生率	42
③ 事故1件当り死傷者数	43
3) 被害想定手法（落橋、桁折、大変形に伴う事故による死傷者数）	44
① 平均橋梁延長	44
② 自動車停止距離	44
③ 単位距離あたりの交通量	45
④ 死傷者率	46
(2) 鉄道における人的被害	47
1) 基本的な考え方	47
2) 被害想定手法	47
① 駅間滞留人口	47
② 列車脱線率	48
③ 死傷者率	48
(3) 中高層ビル街被害（エレベータ内閉じ込め者数）	50
1) 基本的な考え方	50
2) 被害想定手法	50
① エレベータ設置率	51
② エレベータ内人口比率	51
③ 揺れによるエレベータ不動作率	51
④ 停電時自動着床装置非設置率	51
(4) 石油コンビナート地区被害	52
1) 基本的な考え方	52
2) 被害想定手法	52
① 阪神・淡路大震災時の施設別被害率	52

(5) 地下街の被害	53
1) 基本的な考え方	53
2) 被害想定手法	53
① ケーススタディ地区の選定	53
② 群集殺到事故の発生可能性評価	54
③ 死傷者発生率	54
(6) ターミナル駅の被害	56
1) 基本的な考え方	56
2) 被害想定手法	56
① 各ターミナル駅別全壊棟数	57
② 全壊1棟あたり死者数	57
③ (ターミナル駅5分間の乗降者数) / (朝5時の1棟当り非木造滞留人口)	57
④ 死者数に対する負傷者数、重傷者数の倍率	58
(7) 孤立集落の発生	59
1) 基本的な考え方	59
2) 被害想定手法	59
① 農業集落、漁業集落	59
② 孤立に至る条件	59
③ 孤立集落、孤立世帯数	60

1. 被害想定的前提条件

(1) 想定するシーン

時間帯によって人々の滞留特性は大きく異なるため、地震の発生時刻が変わると人的被害の発生する様相も変化する。また、時間帯や季節によって火気器具等の使用状況が異なるため、火災の出火件数も変化すると考えられる。このため、今回の想定では、想定される被害が異なる4種類の特徴的なシーン（季節・時刻）を設定する。

さらに、風速によっても、火災延焼の状況が大きく異なり、物的被害、人的被害の様相も変化するものと考えられる。このため、今回の想定においては、比較的風が弱かったとされる阪神・淡路大震災並みの風速毎秒3mと、風が強かった関東大震災並みの風速毎秒15mの2種類のシーンを設定する。

想定するシーン（季節・時刻）

シーン設定	想定される被害の特徴
①冬、朝5時	<ul style="list-style-type: none">・<u>阪神・淡路大震災と同じ発生時間帯。</u>・<u>多くが自宅で就寝中に被災するため、家屋倒壊による圧死者が発生する危険性が高い。</u>・オフィスや繁華街の屋内外滞留者や、列車・道路利用者は少ない。
②秋、朝8時	<ul style="list-style-type: none">・通勤通学ラッシュ時で、<u>移動中の被災者が最も多くなる時間帯。</u>・1年の中で、比較的<u>交通流動が落ち着く季節とされており、通勤通学行動（国勢調査）、交通流動調査（交通センサス等）の調査が実施されている。</u>
③冬、昼12時	<ul style="list-style-type: none">・<u>火気器具利用が最も多い時間帯で、これらを原因とする出火数が最も多くなるケース。</u>・オフィス、繁華街、映画館、テーマパーク等に多数の滞留者が集中しており、<u>店舗等の倒壊、落下物等による被害等による被害拡大の危険性が高い。</u>・住宅内滞留者数は、1日の中で最も少なく、老朽木造家屋の倒壊による死者数はシーン①と比較して少ない。
④冬、夕方18時	<ul style="list-style-type: none">・オフィスや繁華街周辺、ターミナル駅では帰宅、飲食のため多数の人が滞留。 <u>ビル倒壊や落下物等により被災する危険性が高い。</u>・<u>鉄道、道路もほぼラッシュ時に近い状況で人的被害や交通機能支障による影響拡大の危険性が高い。</u>

(2) 被害想定項目

想定する被害のうち、シーンによって結果の異なる項目については、シーン別の結果の算定、または変動幅による評価を行なうものとする。

すべての震源で被害想定を行なう項目は、物的被害・人的被害の両者について、建物被害（揺れ、液状化、急傾斜地崩壊）、火災被害、ブロック塀等の倒壊・自動販売機の転倒及び屋外落下物の発生とし、これに加えて震災廃棄物の発生も対象とする。これ以外の項目については、各項目の特性を勘案して被害想定を行なう震源を設定する。

被害想定項目別の想定シーン

項目	想定するシーン※ (発生時刻)	時間帯別に考慮する変数 (評価の考え方)	
物的被害	(1)建物被害（揺れ・液状化・急傾斜地崩壊）	—	時刻によって変化しない
	(2)地震火災出火・延焼	時刻等別	時刻による出火率の違いを考慮
	(3)ブロック塀等の倒壊、自動販売機の転倒	—	時刻によって変化しない
	(4)屋外落下物の発生	—	時刻によって変化しない
	(5)震災廃棄物の発生	最大ケース	火災の影響を踏まえて被害最大を評価
	(6)交通施設被害	—	時刻によって変化しない
	(7)建物倒壊による閉塞の発生	—	時刻によって変化しない
	(8)ライフライン施設被害による供給支障	最大ケース	火災の影響を踏まえて被害最大を評価
人的被害	(1)死傷者の発生		
	1)建物倒壊	時刻等別	時刻による滞留人口の違いを考慮
	2)急傾斜地崩壊	時刻等別	時刻による滞留人口の違いを考慮
	3)火災被害	時刻等別	時刻による滞留人口の違いを考慮
	4)ブロック塀等の倒壊、自動販売機の転倒	(特殊ケース)	12時間平均歩行者交通量(7～19時)に基づく評価
	5)屋外落下物の発生	(特殊ケース)	12時間平均歩行者交通量(7～19時)に基づく評価
	6)屋内収容物移動・転倒	時刻等別	時刻による滞留人口の違いを考慮
	(2)災害時要援護者の被害	時刻等別	時刻による滞留人口の違いを考慮
	(3)自力脱出困難者の発生	時刻等別	時刻による滞留人口の違いを考慮
	(4)帰宅困難者の発生	12時	昼間の都市滞留者が対象
(5)避難者の発生	最大ケース	住宅の火災焼失の影響を踏まえて被害最大ケースを評価	
経済被害	(1)施設・資産の損傷額	最大ケース	火災被害が最大となるケースを想定
	(2)人流・物流寸断の影響額	—	時刻によって変化しない
	(3)経済被害の波及	最大ケース	火災被害が最大となるケースを想定
その他	(1)交通被害による人的被害	(特殊ケース)	ピーク時交通量に基づく評価
	(2)中高層ビル街被害（エレベーター）	(特殊ケース)	利用ピーク時を想定
	(3)石油コンビナート地区被害	(特殊ケース)	被害施設数のみを評価
	(4)地下街の被害	(特殊ケース)	利用ピーク時を想定
	(5)ターミナル駅の被害	(特殊ケース)	利用ピーク時を想定
	(6)孤立集落の発生	(特殊ケース)	孤立する可能性の高い集落のあるエリアの建物被害が最大となるケースを評価
	(7)文化遺産の被災	(特殊ケース)	文化遺産が多く集まるエリアの建物被害が最大となるケースを評価

※「時刻等別」:冬の朝5時、秋の朝8時、冬の昼12時
及び冬の夕方18時の各時刻を対象

「最大ケース」:被害が最大となるシーンを想定
(最大以外のケースも参考までに算出)

「特殊ケース」:特定の季節や時間帯を想定

「—」:シーンの区別なし

(3) 震源別の被害想定項目

- ・すべての項目について被害想定を行なう震源は、「猿投-高浜断層帯」と「上町断層帯」の2つとする。
- ・「①基本項目」、「②屋外被害等」、「③震災廃棄物」については、すべての震源で被害想定を行なう。
- ・「⑫その他被害」については、各施設等の分布と震度分布を見ながら、想定震源を確定する。

	M	①基本項目	②屋外被害等	③震災廃棄物	④交通施設被害	⑤道路閉塞	⑥ライフライン	⑦災害時要援護者	⑧自力脱出困難者	⑨避難者
中部圏	①猿投-高浜断層帯	7.6	時刻等別 ^(注1)	○	最大	最大	最大	○	時刻等別 ^(注1)	最大
	②名古屋市直下M6.9	6.9	最大	○	最大			○	最大	
	③加木屋断層帯	7.4	最大	○	最大			○	最大	
	④養老-桑名-四日市断層帯	7.7	最大	○	最大			○	最大	
	⑤布引山地東縁断層帯東部	7.6	最大	○	最大			○	最大	
近畿圏	⑥花折断層帯	7.4	最大	○	最大			○	最大	
	⑦奈良盆地東縁断層帯	7.4	最大	○	最大			○	最大	
	⑧京都西山断層帯	7.5	最大	○	最大			○	最大	
	⑨生駒断層帯	7.5	最大	○	最大			○	最大	
	⑩上町断層帯	7.6	時刻等別 ^(注1)	○	最大	最大	最大	○	時刻等別 ^(注1)	最大
	⑪阪神地域直下M6.9	6.9	最大	○	最大			○	最大	
	⑫中央構造線断層帯	7.8	最大	○	最大			○	最大	
	⑬山崎断層帯主部	8.0	最大	○	最大			○	最大	

	M	⑩帰宅困難者	⑪経済被害	⑫その他被害						
				交通人的被害	中高層ビル被害	石油コンビナート	地下街	ターミナル駅	孤立集落	文化遺産
中部圏	①猿投-高浜断層帯	7.6	5.12 ^(注2)	最大	○	○	○	○	○	○
	②名古屋市直下M6.9	6.9								
	③加木屋断層帯	7.4								
	④養老-桑名-四日市断層帯	7.7				○				
	⑤布引山地東縁断層帯東部	7.6							○	
近畿圏	⑥花折断層帯	7.4								○
	⑦奈良盆地東縁断層帯	7.4								○
	⑧京都西山断層帯	7.5								○
	⑨生駒断層帯	7.5							○	○
	⑩上町断層帯	7.6	5.12 ^(注2)	最大	○	○	○	○	○	○
	⑪阪神地域直下M6.9	6.9								
	⑫中央構造線断層帯	7.8							○	
	⑬山崎断層帯主部	8.0					○		○	

①基本項目

- ・建物被害（揺れ、液状化、急傾斜地崩壊、火災）
- ・人的被害（同上の要因別死傷者）

②屋外被害等

- ・建物被害（ブロック塀等の倒壊、自動販売機の転倒、屋外落下物）
- ・人的被害（同上の要因別死傷者、屋内収容物移動・転倒の死傷者）

(注1) 冬の朝5時、秋の朝8時、冬の昼12時及び冬の夕方18時の各時刻で、風速3m/s、15m/sのケース（計8ケース）を対象。

最大：冬の昼12時、風速15m/sのシーンを対象。ただし、基本項目については、冬の朝5時、風速15m/sのシーン（死者最大ケース）も対象。

○：検討対象とするもの（シーン区別なし）

(注2) 朝5時、昼12時のケース

2. 交通施設被害の算出手法

(1) 道路施設被害（交通施設被害）

1) 基本的な考え方

- ・ 橋梁・高架橋の被害箇所数を算出する。
- ・ 落橋・倒壊を大被害（機能支障あり）、亀裂・損傷を中小被害（機能支障なし）とする。

2) 被害想定手法

- ・ 阪神・淡路大震災の被害の実態をふまえ、震度6強以上のエリアにて道路施設被害が発生するとした。なお、震度6強以上エリア内の橋脚・橋梁数を以下によって求める。

一般道路：橋梁数（区市町村別）× 区市町村内の震度6強以上の建物数割合

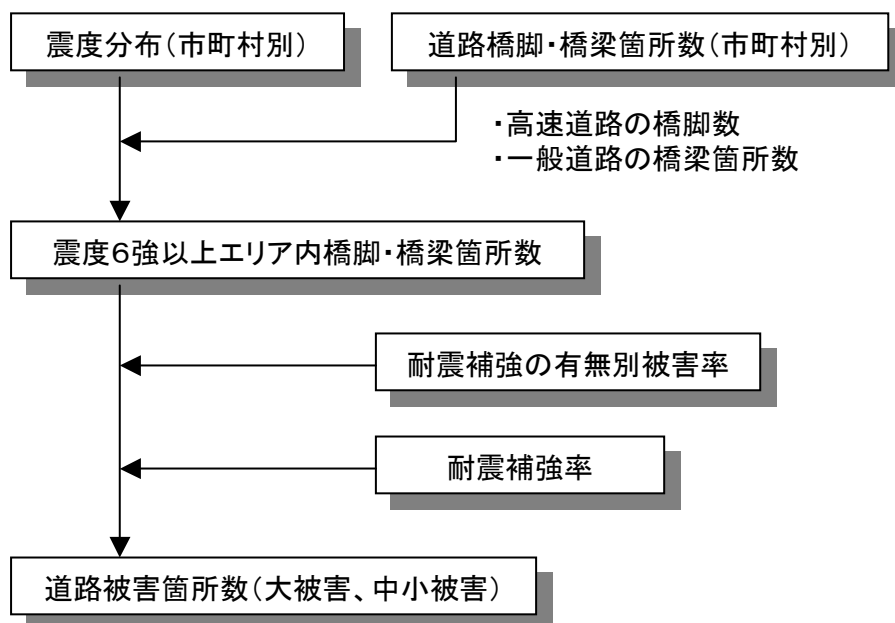
高速道路：橋脚数（区市町村別）× 区市町村内の震度6強以上の建物数割合

※ 震度6強以上の建物数割合＝震度6強以上のエリア内の建物棟数／全建物棟数

※ 一般道路の橋梁数（区市町村別）：道路台帳から橋梁数を集計

※ 高速道路の橋脚数（区市町村別）：橋梁延長から阪神高速道路3号神戸線の平均支間長（38.4m）を用いて推計

- ・ 耐震補強の有無別被害率は、阪神・淡路大震災時における準拠基準年次別の被災度から推定。



(道路被害箇所数)

$$= (\text{橋脚・橋梁数}) \times [(\text{旧基準準拠橋脚被害率}) \times \{1 - (\text{新基準に該当する橋脚の割合})\} + (\text{新基準準拠橋脚被害率}) \times (\text{新基準に該当する橋脚の割合})]$$

① 耐震補強の有無別被害率

- ・耐震補強の有無別被害率は、阪神・淡路大震災時における準拠基準年次別の被災度から推定する。
- ・耐震補強済の道路は、新基準に準拠するものとする。

道路橋脚の被害率

[]の数字は表「橋脚の準拠年次別被災度」の集計値	大被害 (機能支障あり)	中・小被害 (機能支障無し)	被害なし	合計
旧基準に準拠 (耐震性低)	8.2% [250]	33.9% [1033]	57.9% [1765]	100.0% [3048]
新基準に準拠 (耐震性高)	0.0% [0]	16.3% [57]	83.7% [293]	100.0% [350]

(出典) 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年) 等をもとに作成

※ 旧基準：昭和55年よりも前の基準に準拠しているもの

新基準：昭和55年以降の基準に準拠しているもの

※ 大被害：崩壊、倒壊、変形の大きな亀裂・座屈・鉄筋破断などの損傷

ー通行可能とする修復に長期間を要し、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の損傷

※ 中小被害：部分的または局所的な亀裂・座屈、鉄筋の一部破断、コンクリートの剥離などの損傷

ー限定的な損傷であり、修復をすることなく、また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の損傷

橋脚の準拠年次別の被災度

道路種別		橋脚の被災度					合計
		大被害		中・小被害		被害なし D	
		As	A	B	C		
旧基準	昭和39年以前	82	166	152	744	1612	2756
	昭和46年	1	1	29	108	153	292
新基準	昭和55年	0	0	12	41	241	294
	平成2年	0	0	2	2	52	56

※ 対象地域：川西市、宝塚市、伊丹市、尼崎市、西宮市、芦屋市、神戸市内

(出典) 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年)

(被害の定義について)

被災度	定義	(阪神高速道路公団の定義)	判定
As	倒壊したもの 損傷変形が著しく大きなもの	崩壊、倒壊した場合 またはそれに類するもの	大被害 (機能支障あり)
A	亀裂、座屈、鉄筋の破断等の損傷 または変形が大きなもの	耐荷力に著しい影響がある損傷 致命的な二次災害の可能性あり	
B	鋼材の座屈や部材の変形が部分的 鉄筋の一部の破断 部分的なコンクリートの剥離、亀裂	耐荷力に影響のある損傷 余震、耐荷重による損傷の進行がな ければ、当面の利用が可能	中・小被害 (機能支障なし)
C	鋼材の座屈や変形が局所的かつ軽微 ひび割れの発生 局所的なコンクリートの剥離	短期的には耐荷力に影響なし	
D	損傷がないか、あっても耐荷力に影響 のないきわめて軽微なもの	耐荷力に関して特に異常なし	被害なし

(出典) 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年)等をもとに作成

(2) 鉄道施設被害 (交通施設被害)

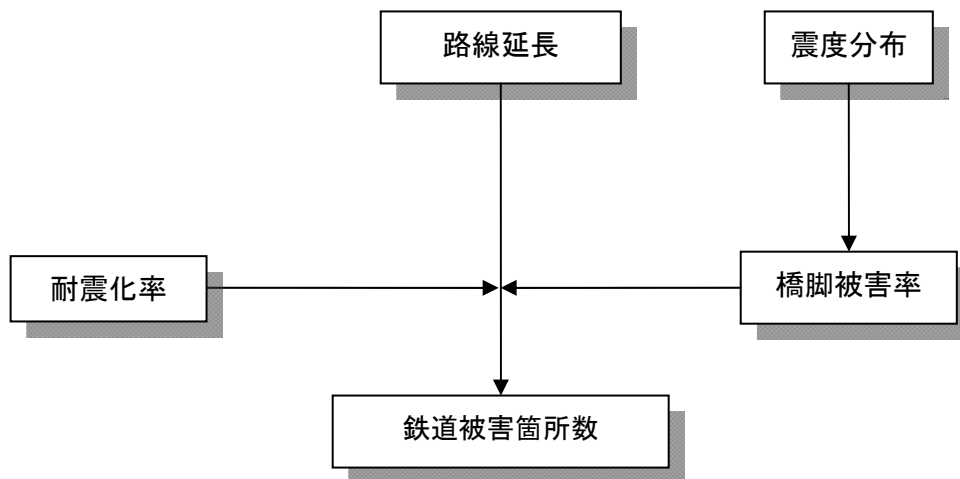
1) 基本的な考え方

- ・ 橋梁・高架橋の被害箇所数を算出する。
- ・ 落橋・倒壊を大被害 (機能支障あり)、亀裂・損傷を中小被害 (機能支障なし) とする。

2) 被害想定手法

(新幹線)

- ・ 震度別の被害率を路線延長に乗ずることで被害箇所数を算出する。



$$\begin{aligned} \text{(新幹線における被害箇所数)} &= \text{(震度6強以上エリア内路線延長)} \times \text{(震度別被害率)} \\ &\quad \times \{1 - \text{(耐震化率)}\} \end{aligned}$$

- ・ 震度別 (7、6強) の延長あたり落橋・倒壊率 (阪神・淡路大震災時の実績) と鉄道延長から、大被害の箇所数を算出。
- ・ 中小被害 (損傷・亀裂) の箇所数は、阪神・淡路大震災時の大被害と中小被害の割合がおおよそ 1 : 9 であることから、大被害箇所数の約 9 倍とする。
 - ・ 阪神・淡路大震災時の落橋・倒壊は 8 箇所。
 - ・ これに対し、橋脚破損・損傷数が 559 本 (3 連のラーメン高架橋を想定すると $559/8 = \text{約 } 70$ 箇所) であったことから、損傷・亀裂率は、落橋・倒壊の $70/8 = \text{約 } 9$ 倍。
- ・ 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。
- ・ 耐震強化後は大被害ゼロとし、中小被害の発生割合については、耐震強化前の大被害

+ 中小被害の発生割合とする。

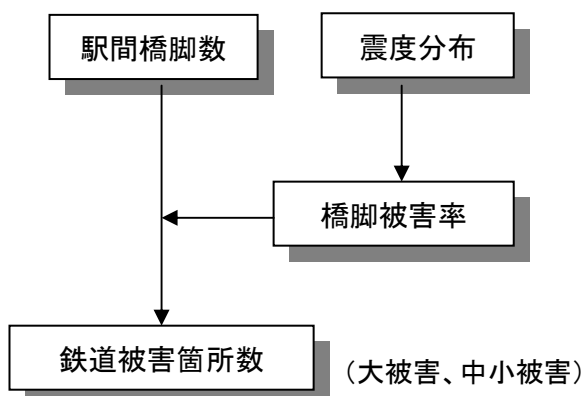
新幹線の橋脚の震度別被害率

	震度	耐震強化前	耐震強化後
大被害(落橋・倒壊) の発生率[箇所/km]	7	5.71	0
	6強	2.67	0
中小被害(損傷・亀裂) の発生率[箇所/km]	7	51.4	57.1
	6強	24.0	26.7

(出典) 東京都被害想定(平成9年)をもとに集計

(JR 在来線・私鉄線)

- ・震度 6 強以上のエリア内にある橋脚数に被害率を乗ずることで被害箇所数を算出する。
- ・地下鉄は高架部のみを対象とする。



(在来線・私鉄線における被害箇所数)

$$= (\text{震度 6 強以上エリア内橋脚数}) \times (\text{橋脚被害率[箇所/本]})$$

- ・阪神・淡路大震災時の実態から、駅間の最大震度が 6 強以上となるエリア内での大被害（落橋・倒壊）箇所数、中小被害（亀裂・損傷）箇所数を算出する。
- ・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。
- ・耐震強化後は大被害ゼロとし、中小被害の発生割合については、耐震強化前の大被害＋中小被害の発生割合とする。

在来線の橋脚被害率

	震度	耐震強化前	耐震強化後
大被害（落橋・倒壊） の発生率[箇所/本]	6 強以上	0.00293	0
中小被害（損傷・亀裂） の発生率[箇所/本]	6 強以上	0.0315	0.0344

(出典) 運輸省鉄道局「よみがえる鉄路」をもとに集計

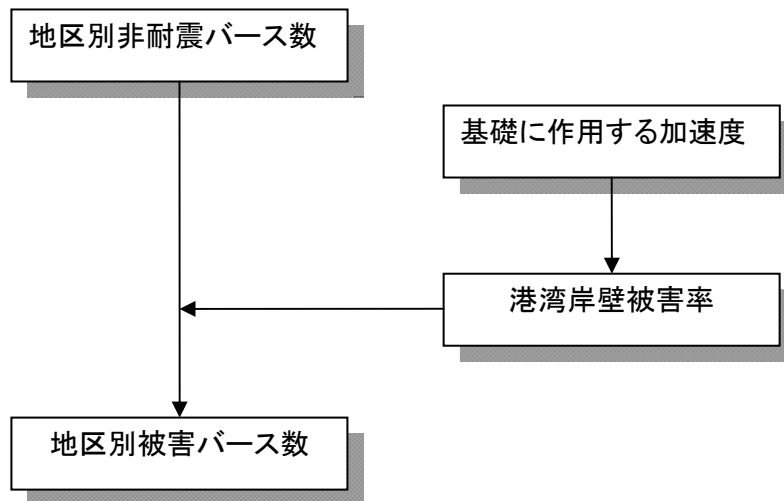
(3) 港湾施設被害（交通施設被害）

1) 基本的な考え方

- ・各港湾構造物の基礎に作用する加速度を用いて、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。
- ・非耐震バースにおいて、被害が発生するとする。

2) 被害想定手法

- ・非耐震バース数を求め、基礎に作用する加速度から求まる港湾岸壁被害率を乗じることにより、地区別被害バース数を算出する。



$$(\text{被害バース数}) = (\text{非耐震バース数}) \times (\text{港湾岸壁被害率})$$

① 港湾岸壁被害率

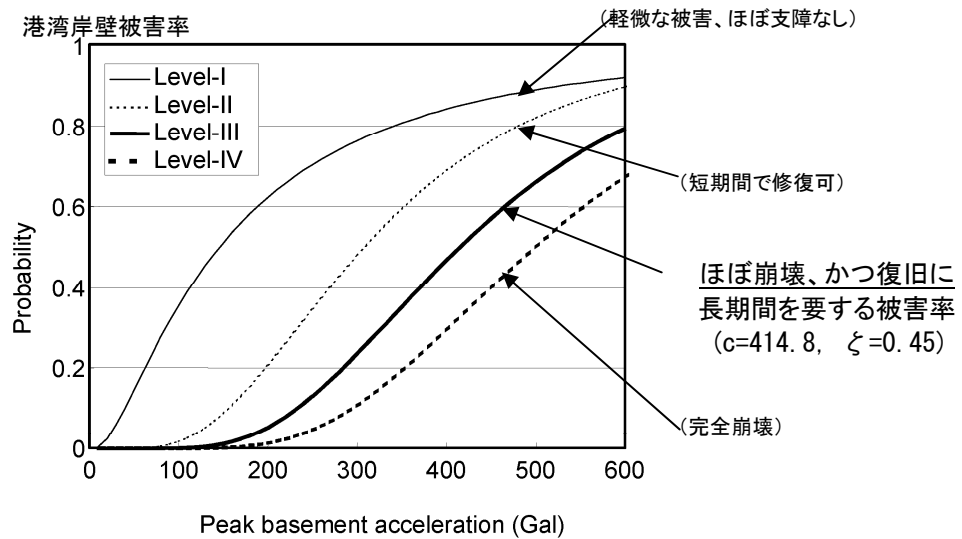
- ・港湾岸壁がほぼ崩壊状態となり、復旧に長期間を要するような被害を起こす確率を港湾岸壁被害率とする
- ・S波速度 350m/s の地盤の加速度 a (gal) に対する港湾岸壁被害率 $F(a)$ は Koji ICHII の研究により次の式で表される

$$F(a) = \Phi [\{ \ln(a/c) \} / \xi]$$

※ Φ : 累積確率密度関数、 a は工学的基盤における加速度、 c と ξ は被害レベルごとのパラメータ

- ・F(a)は、阪神・淡路大震災後の神戸港および釧路沖地震後の釧路港における被害実態から導出された、岸壁の被害確率を推定する式（下図の Level-Ⅲ）である。

港湾岸壁被害確率の累積分布関数



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

(4) 空港施設被害（交通施設被害）

1) 基本的な考え方

- ・ 第一種空港（伊丹空港、関西空港、中部国際空港）を対象とし、空港施設（旅客、貨物の両ターミナルビル）と滑走路の機能支障について検討を行なう。

3. 建物倒壊による道路閉塞発生の算出手法

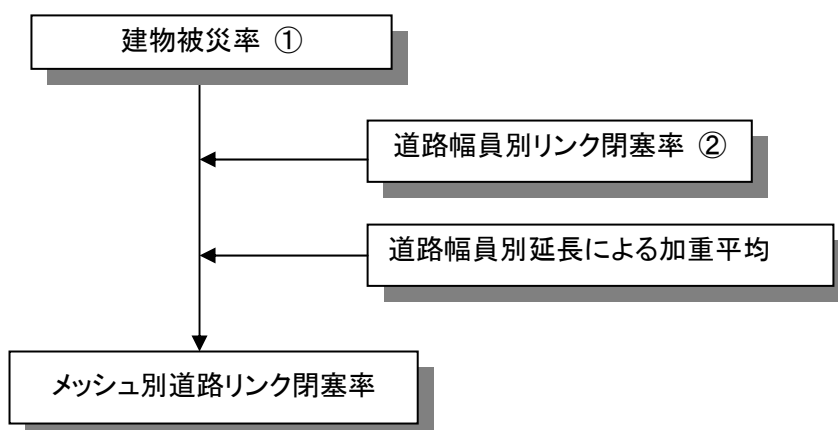
(1) 建物倒壊による道路閉塞の発生

1) 基本的な考え方

- ・ 阪神・淡路大震災時の調査データに基づき、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メッシュ毎に算出する。

2) 被害想定手法

- ・ 幅員 13m 未満の道路を対象に、幅員別の道路リンク閉塞率^{*}をメッシュ別に算出する。
- ・ 道路リンク閉塞率は揺れ・液状化による建物被災率（＝全壊率＋1/2×半壊率）との統計的な関係から算定する。
- ・ 幅員別延長で重み付け平均をとることで、メッシュ別の道路リンク閉塞率を算出する。



$$\begin{aligned} & \text{(メッシュ別道路リンク閉塞率)} \\ & = \frac{\sum \{(\text{道路幅員別延長}) \times (\text{道路幅員別リンク閉塞率})\}}{\sum (\text{道路幅員別延長})} \end{aligned}$$

※ 交差点間の道路を1つのリンクと考え、閉塞によって残存車道幅員（遮蔽されていない幅員）が3m以下になったリンクの割合を、リンク閉塞率とする。（家田ら（1997）の論文による）

① 建物被災率

建物被災率は、揺れ・液状化による建物被災率（＝全壊率＋1/2×半壊率）から求める。

② 道路幅員別リンク閉塞率

- ・ 道路幅員別リンク閉塞率は、阪神淡路大震災の実態から次のように設定する。

【幅員 3.5m 未満の道路】

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

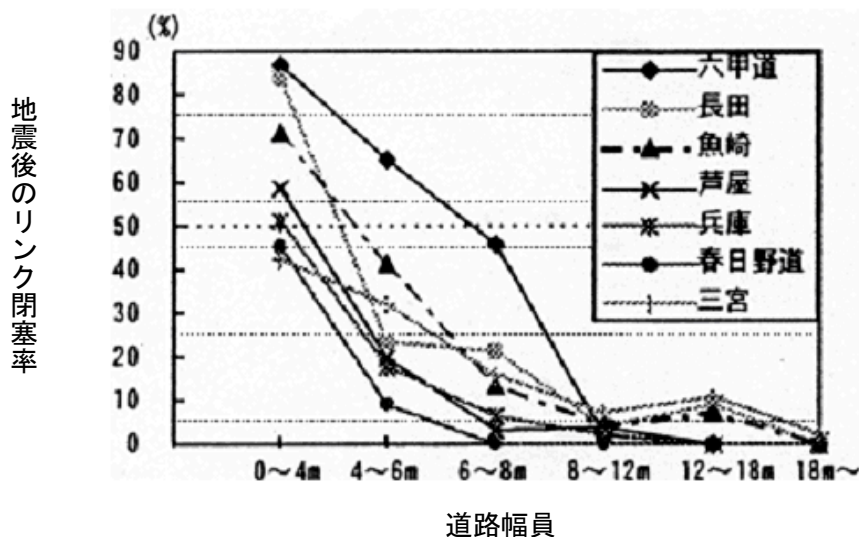
【幅員 3.5m 以上 5.5m 未満の道路】

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

【幅員 5.5m 以上 13m 未満の道路】

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

阪神・淡路大震災時における道路幅員と道路リンク閉塞率の実態

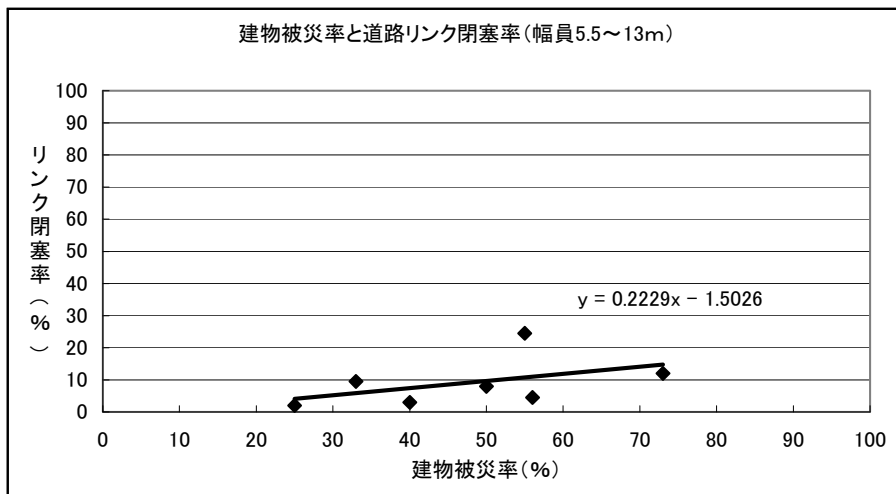
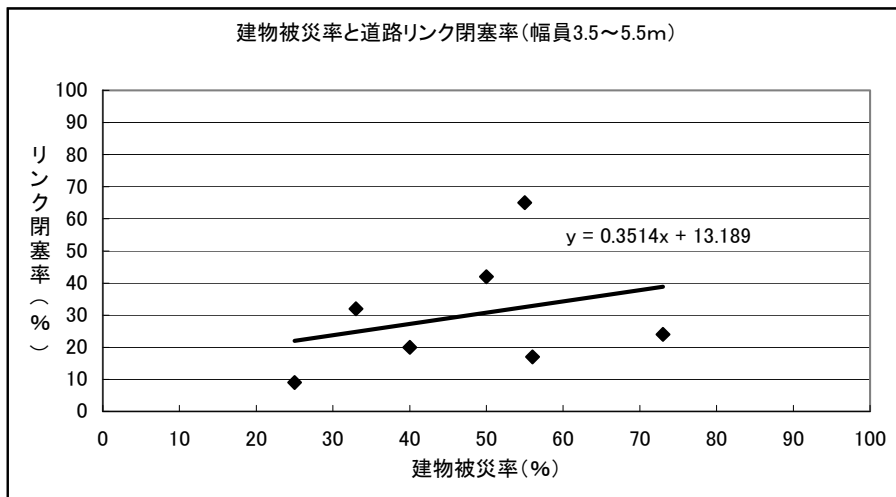
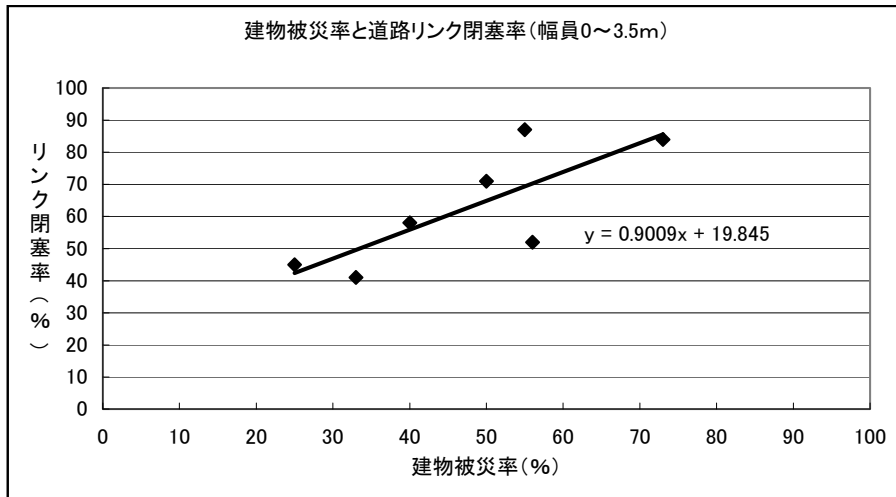


(出典) 家田ら「阪神・淡路大震災における「街路閉塞現象」に着目した街路網の機能的障害とその影響」, 土木学会論文集 No.576/IV-37, 69-82, 1997.10

・上のグラフより、建物被災率と幅員別のリンク閉塞率を設定

調査地区	建物被災率 (%) (注1)	リンク閉塞率 (%)			
		0-4m	4-6m	6-8m	8-12m
六甲道	55	87	65	46	3
長田	73	84	24	21	3
魚崎	50	71	42	13	3
芦屋	40	58	20	3	3
兵庫	56	52	17	6	3
春日野道	25	45	9	1	3
三宮	33	41	32	16	3
平均	47	63	30	15	3

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



4. ライフライン被害の算出手法

- ・ライフライン被害については、上水道、下水道、電力、通信（固定電話・携帯電話）、ガスのそれぞれについて、供給支障に関する想定と、復旧に関する想定を実施した。
- ・復旧については、被災直後の機能支障数の95%（下水道については80%）が回復するまでの目標日数として、各事業者が想定した。

（1）上水道（ライフライン施設被害）

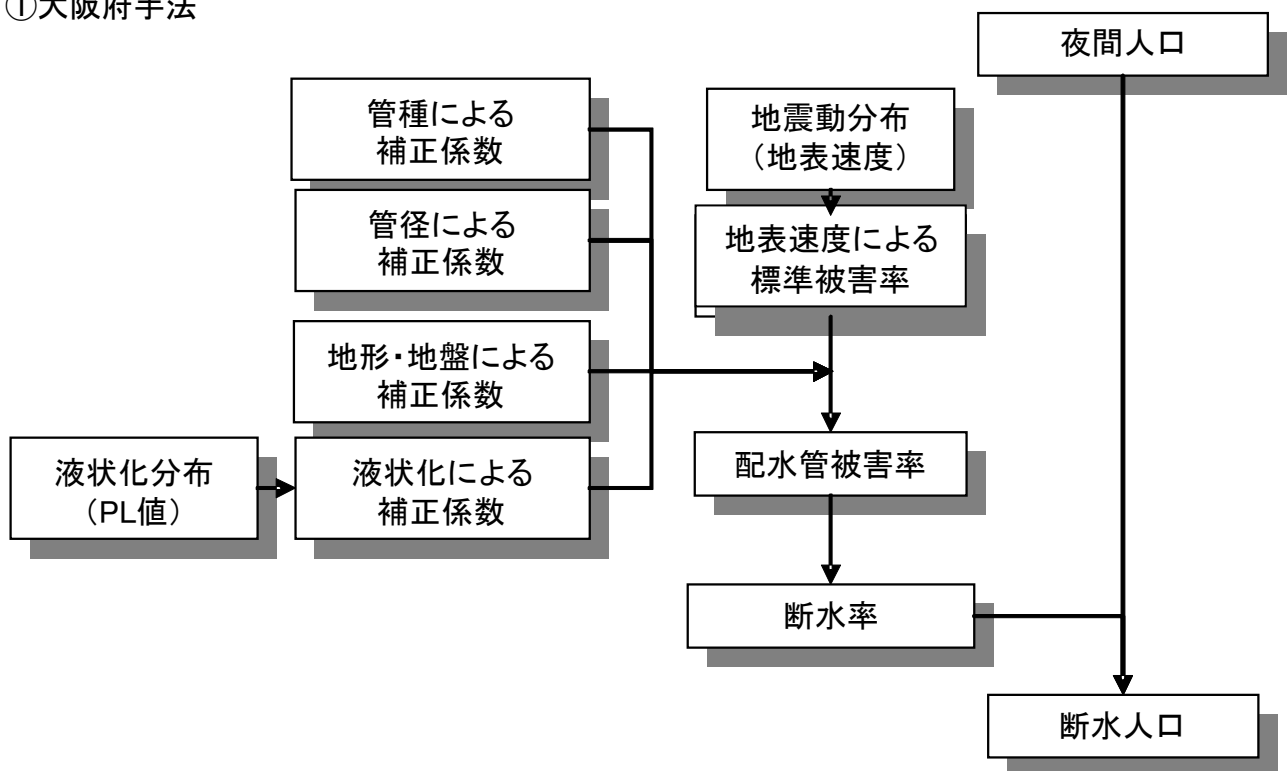
1) 基本的考え方

- ・上水道の供給支障及び復旧に関して、大阪府域については大阪府の協力により、その他の府県については、管路の実際の分布の情報がなく、地形・地盤による補正ができないため、首都直下地震の被害想定と同様の手法を採用して内閣府により被害想定を実施した。
- ・今回の想定で求めた断水人口は、地震動や液状化による管路の物理的被害率から求められた断水率をもとに算出。
- ・断水率については、阪神・淡路大震災を含む過去の地震時の被害事例をもとに、配水管の被害率と水道供給支障率（断水率）の関係を設定した「川上の手法(1996)」を用いて想定を行う。
- ・拠点施設被害による断水も想定されるが、定量的に評価する手法が確立されていないため、今回は定性的評価を行った。

2) 被害想定手法(供給支障)

- ・ 阪神・淡路大震災を含む過去の地震時の被害事例をもとに、配水管の被害率と水道供給支障率（断水率）の関係を設定した「川上の手法(1996)」を用いて計算。
- ・ 地表速度による標準被害率として、大阪府では日本水道協会により設定された値を、その他の地域では東京都の被害想定手法（H9）で設定されている値を、それぞれ使用した。

①大阪府手法



$$(\text{断水人口} = \text{被害人口}) = (\text{断水率}) \times (\text{夜間人口})$$

$$(\text{断水率}) = 1 / \{1 + 0.307 \times (\text{配水管被害率})^{-1.17}\} \quad \dots \text{川上の手法(1996)}$$

$$(\text{配水管被害率}) = (\text{地表速度による標準被害率}) \times (\text{管種による補正係数}) \times (\text{管径による補正係数}) \\ \times (\text{地形・地盤による補正係数}) \times (\text{液状化による補正係数})$$

$$(\text{地表速度による標準被害率} [\text{箇所}/\text{km}]) = 3.11 \times 10^{-3} \times \{(\text{地表速度}[\text{cm}/\text{秒}]) - 15\}^{1.30}$$

・管種による補正係数

管種	係数值
ダクタイル鋳鉄管(*)	0.3
鋳鉄管	1.0
硬質塩化ビニール管	1.0
鋼管	(0.3)
石綿セメント管	(1.2)

(*)耐震継手は除く

・管径による補正係数

管径	係数值
φ75	1.6
φ100～150	1.0
φ200～450	0.8
φ500～800	0.5

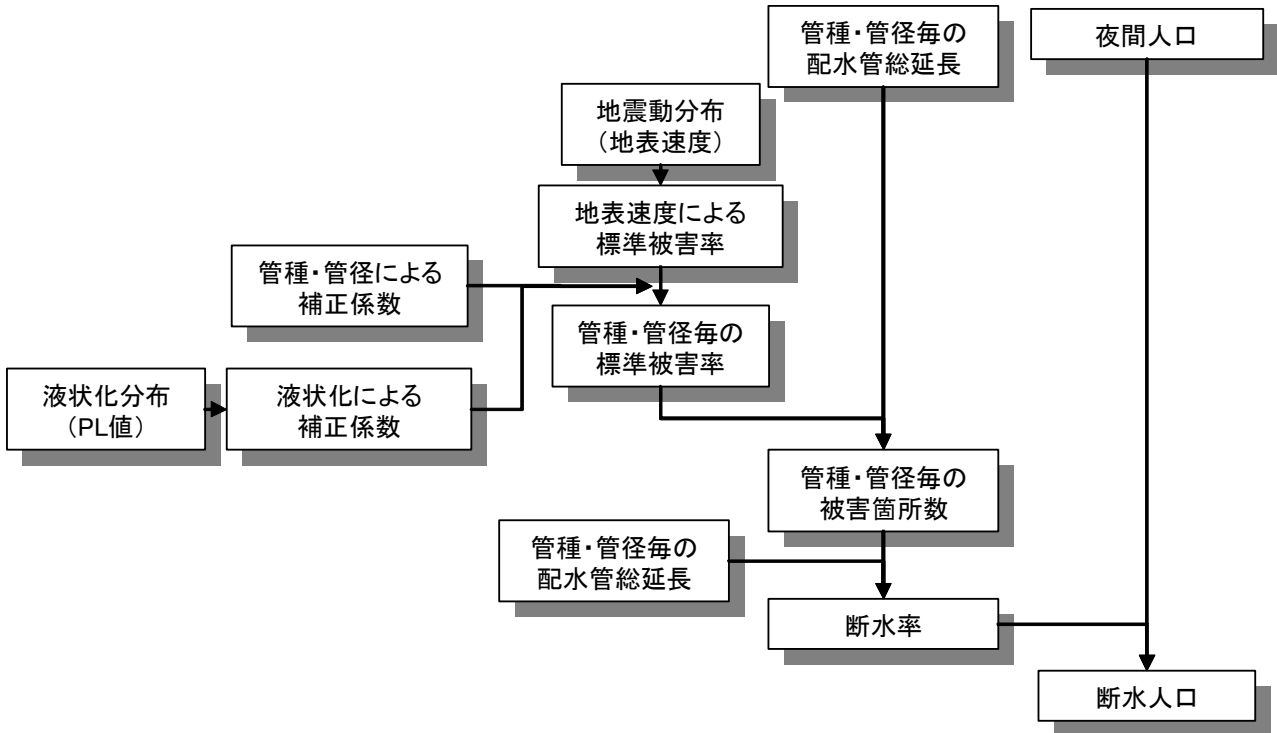
・地形・地盤による補正係数

地形・地盤	係数值	備考
改変山地	1.1	山地・丘陵地の造成地で、次の「丘陵地」よりも造成の程度の軽いもの
改変丘陵地	1.5	丘陵地を切盛りで大規模に造成したもの
谷・旧水部	3.2	丘陵地・大地に刻み込まれた細い谷地形、一般に造成を伴う
沖積平野	1.0	一般の沖積平野で、次の「その他」の区分に含まれないもの
良質地盤	0.4	①山地・丘陵地・台地等良質な地盤で人口改変を伴わないもの ②沖積平野で地表近くまで十分に締まった(N値15以上)のもの

・液状化による補正係数

液状化の程度	係数值	備考
液状化なし	1.0	液状化の可能性なし
液状化程度 中	2.0	液状化の可能性あり 液状化指数 P_L では、 $5 \leq P_L < 15$ の区分
液状化程度 大	2.4	顕著な、ないしは全面的な液状化 $P_L \geq 15$ の区分

②首都直下手法(大阪府以外)



(断水人口=被害人口) = (断水率) × (夜間人口)

(断水率) = $1 / \{1 + 0.307 \times (\text{配水管被害率})^{-1.17}\}$... 川上の手法(1996)

(配水管被害率) = (配水管被害箇所数総数) / (配水管延長総計)

(配水管被害箇所数[管種別管径別]) = (配水管被害率[管種別管径別]) × (管種・管径別延長)

(配水管被害率[管種別管径別]) = (地表速度による標準被害率) × (管種・管径による補正係数) × (液状化による被害補正係数)

(地表速度による標準被害率 [箇所/km]) = $2.24 \times 10^{-3} \times \{(\text{地表速度[cm/秒]}) - 20\}^{1.51}$

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)	0.60	0.30		0.09	0.05
鋳鉄管	1.70	1.20	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		
その他	1.00				

・ 液状化に関する補正係数

PL 値ランク	補正係数
PL 値=0	1.0
0<PL 値≤5	1.2
5<PL 値≤15	1.5
15<PL 値	3.0

3) 復旧に関する想定

ア) 復旧目標日数

- ・ 供給支障の想定結果より、被災直後の機能支障数の 95%が回復するまでの目標日数を設定。猿投-高浜断層帯については、首都直下地震の被害想定時と同様政策目標である 30 日を、上町断層帯についても同様に 30 日を（大阪府想定に基づく全復旧想定日数 40 日、及び目標復旧期間である概ね 4 週間を総合的に勘案して）、復旧目標日数として採用した。 ※ 阪神・淡路大震災の実態；42 日

イ) 復旧曲線

- ・ 地震発生直後は被害状況の調査・復旧体制の整備を行い、1 日後からの復旧開始とする。

すなわち、1 日後の断水人口＝被災直後の断水人口計算結果

- ・ 新潟県中越地震時における実態と、東京都の被害想定手法（H9）から、修理作業開始の 4 日後までに 1 日後の断水人口の 7 割^{*}が回復すると仮定。

すなわち、4 日後の断水人口＝1 日後の断水人口×0.3

ウ) 復旧作業に投入する人員数

- ・ 大阪府域については府の想定により、その他の府県については、東京都の被害想定手法（H9）を参考に、復旧に必要な人員数等をに設定。

（大阪府以外の考え方）

- ・ 東京都の被害想定手法（H9）を参考に、復旧に必要な人員数等を設定。

管路種別	1 班あたりの必要人員	応急復旧作業効率
送水管・配水本管	職員 2 人、作業員 16 人	0.5 件／班・日
配水小管	職員 2 人、作業員 8 人	1.09 件／班・日

- ・送水管・配水本管の被害箇所数、配水小管の被害箇所数の被害想定結果から、復旧目標日数で復旧させるために必要な人数を算出した。

復旧人員数

(送水管・配水本管復旧人員数) = (送水管・配水本管復旧班数) × 18 人

(配水小管復旧人員数) = (配水小管被害復旧班数) × 10 人

必要班数

(送水管・配水本管復旧班数) = (送水管・配水本管被害箇所数) /
{0.5 × (復旧目標日数-4 日)}

(配水小管復旧班数) = (配水小管被害箇所数) / {1.09 × (復旧目標日数-4 日)}

※0.3 (7割回復) の根拠

- ・首都直下地震の被害想定では、東京都については0.2、その他の県については0.3という値を使用したが、今回想定する府県において、東京都並みのバックアップルート等の仕組みがあるとは限らないため、0.3の値を使用。
- ・首都直下地震の想定は、新潟県中越地震の被災後4日目前後における支線復旧オペレーションの実態と、東京都の被害想定(H9)と、首都地域のオペレーション実態のヒアリング結果を参考にして実施している。

	ヒアリング対象	4日後機能支障割合※	具体的な仕組み等
首都地域の実態 (首都直下想定)	埼玉県 さいたま市 千葉県 千葉市 東京都 横浜市	東京都→2割 他県→3割 (=(2割+4割)/2)	・制水弁閉止とバックアップルートの仕組みは、人口がある程度以上の市区町村にある ・地域特性に依存する部分もあるため、全体の何割がこのような仕組みを持つかは正確には把握しきれないので、他県については下記2ケースの平均と仮定
東京都の被害想定 (H9)	—	約2割 (区部直下での想定値)	・制水弁閉止と迂回を行うことで、給水能力を確保するオペレーションを行う ・被災後4日目前後(制水弁閉止とバックアップルートの確保完了のタイミング)以前に幹線修理は行わない
新潟県中越地震 (H16)	小千谷市	約4割	・特に制水弁閉止やバックアップルートというような仕組みはなく、調査と復旧を面的に展開 ・被災後4日目前後の大きな回復は、同時に行っていた幹線修理完了によるもの

※1日後の支障割合に対する4日後の支障割合を示す

参考

	ヒアリング 対象	4日後機能支障割合※	具体的な仕組み等
阪神・淡路大震災 (H7)	神戸市 兵庫県	約6割	・特に制水弁閉止やバックアップルート確保と というような仕組みはなく、調査と復旧を面的に 展開する

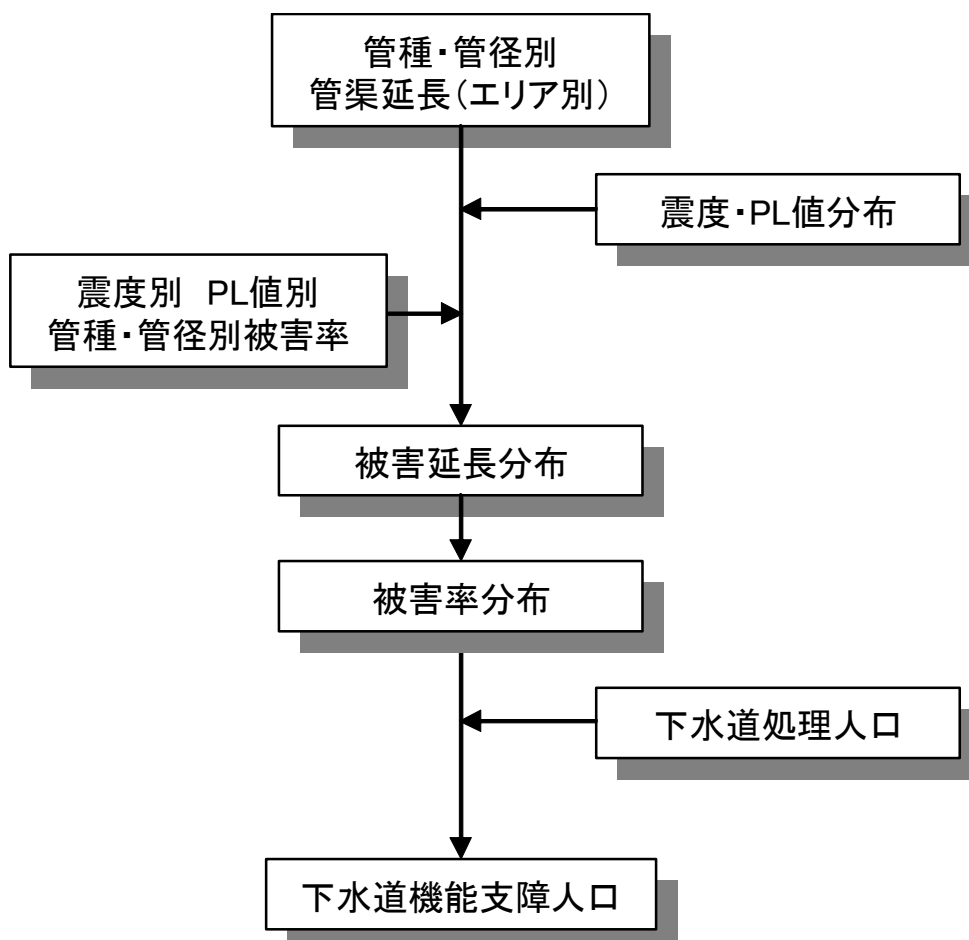
※1日後の支障割合に対する4日後の支障割合を示す

(2) 下水道（ライフライン施設被害）

1) 基本的考え方

- ・ 下水道の機能支障及び復旧に関しては、国土交通省下水道部の協力を得て算出。
- ・ 管路（管渠）の被害と処理場・ポンプ場の施設被害からなる。
- ・ 管路被害については、過去の地震時の実績から、管種・管径等の条件別に被害率を設定。それをもとに各市区町村の管路被害延長を算定し、各市区町村内の全延長に対する管路の被害率を求める。この被害率に当該市区町村の下水道処理人口を掛け合わせるにより、下水道機能支障人口を算出。
- ・ 処理場・ポンプ場の施設被害による下水道の機能支障については、定量的に評価する手法が確立されていないため、定性的な評価を行った。
- ・ 想定は、「大規模地震による被害想定手法及び想定結果の活用方法に関するマニュアル」（大規模地震による下水道被害想定検討委員会（平成18年3月））を活用して実施した。

2) 被害想定手法（機能支障）



3) 復旧に関する想定

ア) 復旧目標日数

- ・下水道においては、下水道機能の確保等のために応急的に行われるマンホール切り下げや仮設配管の設置、マンホール内の土砂の浚渫等の下水道管路の応急復旧作業に係る日数を復旧目標日数として算出。
- ・応急復旧管路延長、応急復旧作業の1班あたりの作業量、1班あたりの下水道関係自治体職員の必要数を設定し、作業にかかる日数を算出。
- ・ただし、地震発生後1日間は緊急調査のため応急復旧作業を実施しない。
- ・応急復旧の対象となる管路延長は、流下機能に支障が起り得る管路被害（本管部破損、継手部破損、継手部管軸方向のずれ）の延長であり、被害想定時に算出した管路の被害延長に0.8を掛け合わせて算出。（0.8は機能支障被害率として、阪神・淡路大震災時の実績をもとに設定）
- ・応急復旧上記管路延長を対象とするため、復旧目標は80%となる。
- ・なお、応急復旧作業の1班あたりの作業量は、経験的に400m/日・班とする。

イ) 復旧曲線

- ・地震発生後1日間は緊急調査のため応急復旧作業を実施せず、1日後からの復旧作業開始とする
- ・上記復旧目標日数算出手法に基づき、復旧曲線を作成した。

ウ) 復旧作業に投入する人員数

- ・上記復旧目標日数算出の考え方にに基づき算出。
- ・1班あたりの下水道関係自治体職員の必要数は2名、市町村等の技術系職員（建設職員と維持管理職員）の半数が復旧作業を行うこととした。
- ・技術系職員数は、H16下水道統計の数値を用いて算出（上町断層帯の地震：滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、奈良県、和歌山県の4,256人、猿投-高浜断層帯の地震：静岡県、岐阜県、愛知県、三重県の2,146人）。

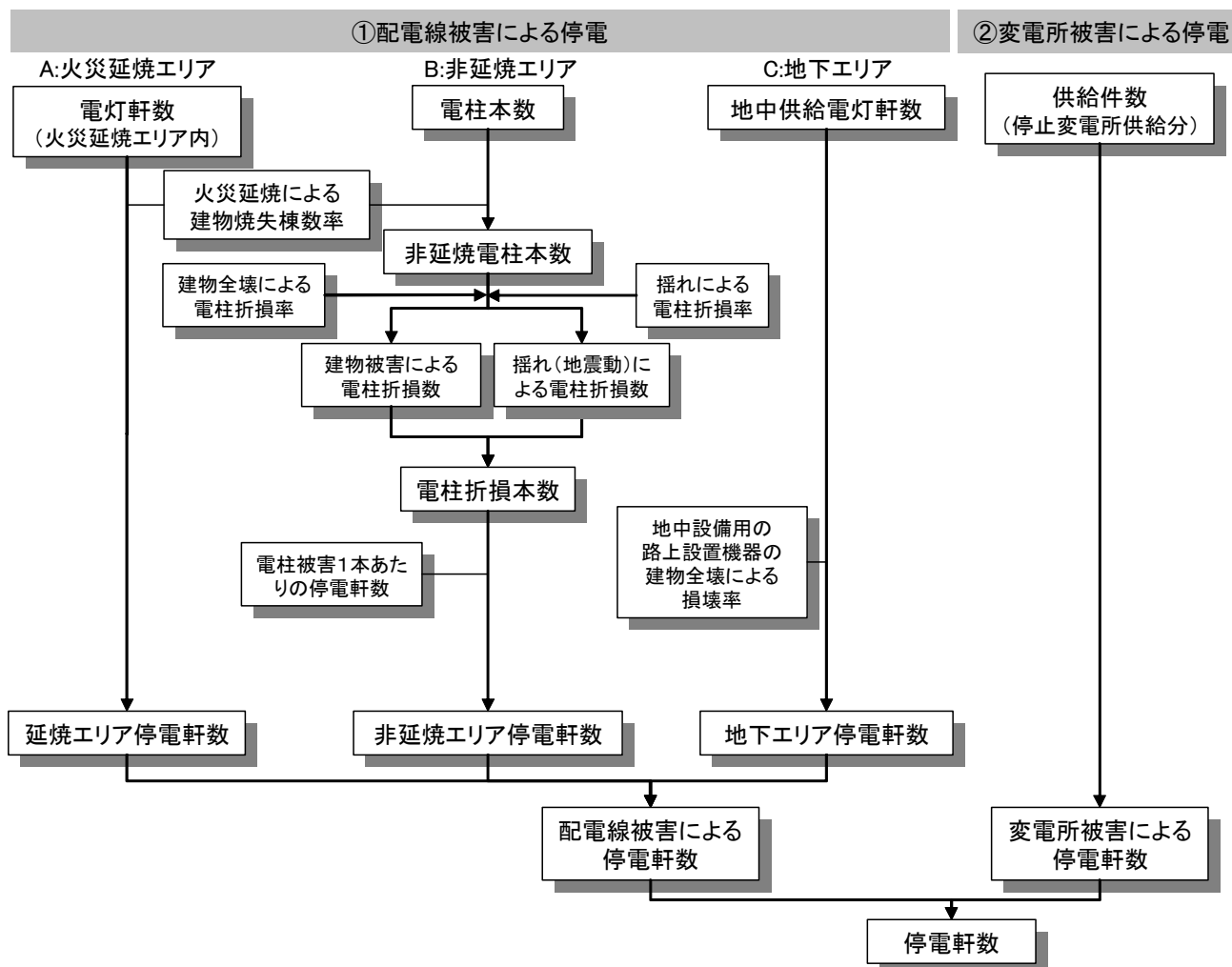
(3) 電力（ライフライン施設被害）

1) 基本的考え方

- ・供給支障については、首都直下と同様の手法を採用し、中部電力及び関西電力からデュータ提供等の協力を得て被害想定を実施。
- ・復旧については、供給支障の想定結果に鑑み、中部電力及び関西電力が想定した。
- ・発電設備、送電設備、重要変電所の耐震化は多岐にわたるが、過去の地震動から想定される範囲で、必要な震災対策を実施してきているとともに、電力ネットワークの多重化・他社からの応援融通受電等により、設備被災が発生しても原則供給上の停電影響は発生しないものと想定した。
- ・ただし、変電所設備については、これまで想定されてきた以上の、設計を上回るような地震動の発生を仮定すると、一部の設備で停電に結びつくような被害が発生する可能性はある。
- ・また、配電設備（＝主に電柱）については、揺れのほか、近接する建物の倒壊、火災の影響により設備被害が発生し、停電が発生することが予想される。

2) 被害想定手法(供給支障)

- ・ 配電線被害による停電軒数の算出は、火災延焼による焼失エリアの電柱被害と非延焼エリアの電柱破損被害、地下エリアの被害に分けて考える。
- ・ 火災延焼のエリアは、全ての電柱に被害が生じて全面的に停電、非火災延焼のエリアでは「揺れ」と「建物倒壊の巻き込まれ」による電柱被害による停電を想定した。
- ・ 地下エリアについては、地中設備用の路上設置機器の被災による停電を想定した。
- ・ 変電設備については、過酷側の評価を行い、一部の変電所で被害が発生し被害の発生した変電所の設備は一旦すべて停止するものとした。被災変電所が供給している配電用変電所の供給軒数から、当該地域の配電線被害による停電軒数を引いたものを変電所被害による軒数とした。



- ・ (建物全壊による電柱折損率) = $0.17155 \times$ (木造建物全壊率)
 (阪神・淡路大震災の実態による)

- ・ 揺れによる電柱折損率

	揺れによる電柱折損率
震度7	0.8%
震度6	0.056%
震度5	0.00005%

- ・ (建物全壊による地中設備の路上設置機器の損壊率)
 = (建物全壊率) \times (損壊係数 : 0.005)

3) 復旧に関する想定

ア) 復旧目標日数

- ・ 供給支障の想定結果から、被災直後の機能支障数の95%が回復するまでの目標日数として各事業者が復旧作業のオペレーションを考慮して想定した。

イ) 復旧曲線

- ・ 変電所被害による停電は、被害発生直後から電力系統切り替えによる復旧作業を実施することにより、猿投～高浜断層帯の地震による被災エリアでは1日以内に、上町断層帯の地震による被災エリアでは2日以内にある程度回復するものとする。
- ・ 配電設備の復旧作業は被災翌日より開始する。ただし、実際のオペレーションでは、即時復旧の可能な地域については、被災直後から復旧作業を開始する場合もある。

ウ) 復旧作業に投入する人員数

- ・ 被災状況と、各事業者の体制や周辺地域からの協力体制等を考慮し、各事業者が想定した。

(4) 通信（ライフライン施設被害）

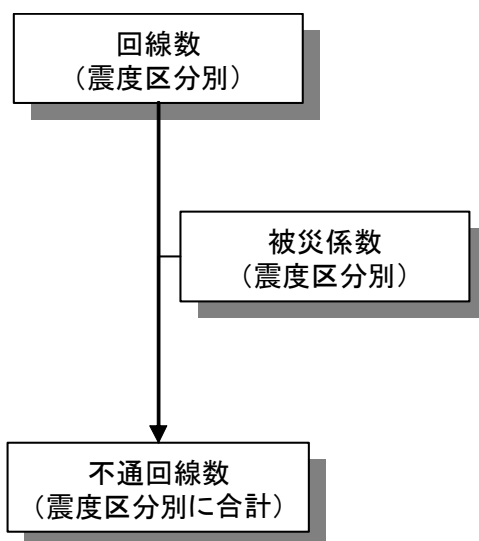
1) 基本的考え方

- ・ 通信設備として、固定電話回線と携帯電話回線についての被害想定を行う。
- ・ 固定電話回線の供給支障については、NTT西日本が独自の手法で被害想定を実施。また、その復旧については、供給支障の想定結果に鑑み、NTT西日本が設定。
- ・ 携帯電話回線の供給支障については、NTTドコモ東海及びドコモ関西の協力を得て算出。
- ・ 通信設備の重要拠点については、耐震化及びバックアップ体制の整備や多重化が進んでいて、電力供給停止に伴う交換機能の停止以外には、機能支障に至る被害は想定されない。（阪神・淡路大震災時にも被害は発生しなかった。）
- ・ ただし、電力供給停止が長期化し、かつ、交通事情等により非常用電源の燃料供給が長時間途絶えた場合には、機能停止の可能性はある。中継局については冗長構成をとっているため、一つの中継交換局停止による影響はないものの、加入者交換局が停止した場合には、その配下の利用者回線が不通となるが、ここではその影響は想定しない。
- ・ 本想定では、「揺れ」や「建物倒壊の巻き込まれ」による電柱被害が発生した場合の通信不通に関する想定を実施する。
- ・ なお、携帯電話については、移動体という性格上、不通回線数ではなく、不通となる可能性をエリアごとに評価し、通信規制による輻輳については考慮しない。また、復旧に関する想定も実施しない。

2) 被害想定手法(供給支障)

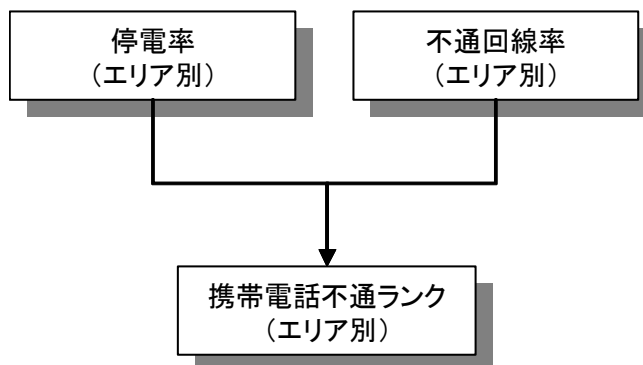
①固定電話

- ・「揺れ」と「建物倒壊の巻き込まれ」による電柱被害による通信不通を想定。
- ・停電による端末機の利用不能による被害は想定しない。
- ・阪神・淡路大震災の実態をもとに、震度区分ごとの『被災係数』を算出し、回線数に掛け合わせて算出。
- ・『被災係数』は、震度区分と液状化の有無を加味した電柱・架空ケーブル・地下ケーブルの被災数を用いて算出。



②携帯電話

- ・電力の被害想定結果として得られた停電率（電力の供給軒数に対する停電軒数の割合）と固定電話回線の被害想定結果として得られた不通回線率（固定電話回線数に対する不通回線数の割合）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。
- ・通話規制による輻輳については考慮しない。



・携帯電話不通ランク

ランクA:非常につながりにくい	停電率・不通回線率の少なくとも一方が 50%超
ランクB:つながりにくい	停電率・不通回線率の少なくとも一方が 40%超
ランクC:ややつながりにくい	停電率・不通回線率の少なくとも一方が 30%超

3) 復旧に関する想定

- ・ 固定電話のみ復旧想定を実施

ア) 復旧目標日数

- ・ 供給支障の想定結果から、被災直後の機能支障数の 95%が回復するまでの目標日数として事業者が復旧作業のオペレーションを考慮して設定。

イ) 復旧曲線

- ・ 被災直後は、被害状況の調査や通信途絶防止措置（特設公衆電話設置等）に概ねあてられ、復旧作業は徐々に開始する。

ウ) 復旧作業に投入する人員数

- ・ 被災状況と、事業者の体制や周辺地域からの協力体制等を考慮し、事業者が設定。

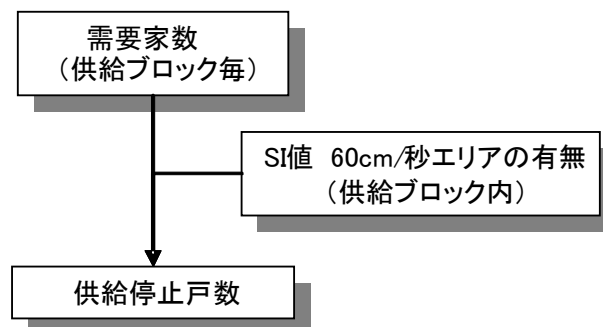
(5) ガス（ライフライン施設被害）

1) 基本的考え方

- ・ 供給支障及び復旧に関して、東邦ガス及び大阪ガスの協力を得て算出。
- ・ ガス製造所、高圧・地区ガバナ設備などの拠点的施設は、法令基準に基づく十分な耐震設計で整備されており、供給支障に至る重大被害は生じない（阪神・淡路大震災時にも、大きな被害は生じていない）。
- ・ 阪神・淡路大震災以降も、施設の耐震化による被害極小化等の予防対策を進めており、本想定では直接被害による供給停止は想定しない。
- ・ 低圧導管の区画（ブロック）ごとに、一定のSI値を超える箇所のあるブロックについては、安全のため供給を停止する。
- ・ 本想定では、上町断層帯の地震においては大阪ガスの供給エリア、猿投-高浜断層帯の地震においては東邦ガスの愛知県内の供給エリアを想定対象とし、各ガス会社の供給停止基準に基づき被害想定を実施した。（LPガスについては対象としていない）

2) 被害想定手法（供給支障）

- ・ SI値分布データより、60cm/秒（60カイン）以上となる地震ブロックを供給停止ブロックとして、そこに含まれる需要家数の合計を供給停止戸数とした。



3) 復旧に関する想定

ア) 復旧目標日数

- ・ 供給支障の実態から、被災直後の機能支障数の95%※が回復するまでの目標日数として各事業者が復旧作業のオペレーションを考慮して設定。

※大阪ガスについては、地震のゆれによる倒壊家屋と火災による焼失家屋を除いた供給戸数（需要家数）のうち、発災後に供給停止となるものを対象とする。

※東邦ガスについては、地震による建物被害が甚大で、早期の復旧作業が困難と想定される地区以外の供給戸数（需要家数）のうち、発災後に供給停止となるものを対象とする。

イ) 復旧曲線

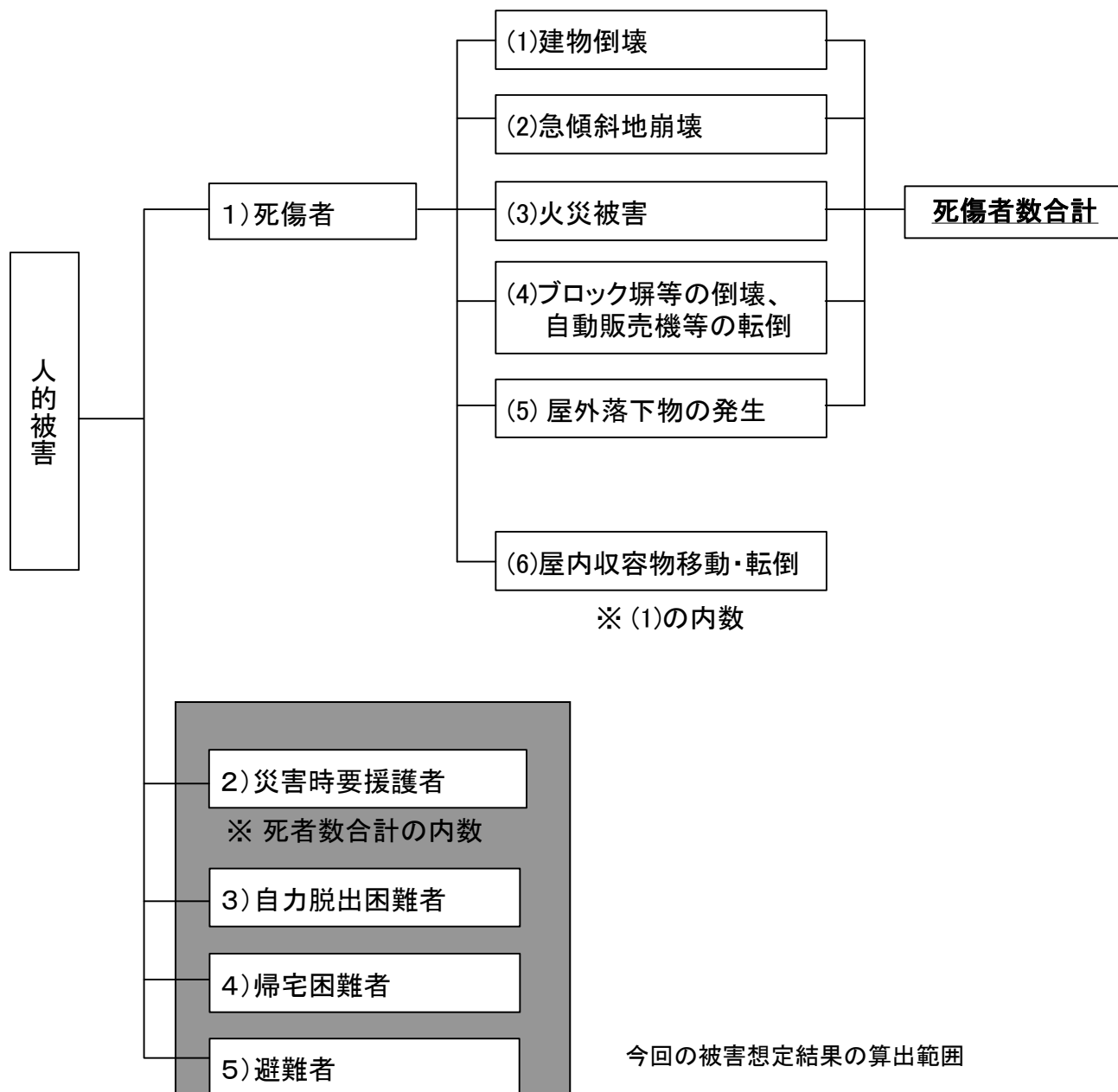
- ・地震発生直後からの復旧作業開始とする。
- ・復旧は、原則として、被害の少ない地区から開始する。
- ・復旧曲線は過去に発生した大規模地震での復旧作業実績をもとに各事業者が設定。

ウ) 復旧作業に投入する人員数

- ・被災状況と、各事業者の体制や周辺地域からの協力体制等を考慮し、各事業者が設定。

5. 人的被害の算出手法

- ・ 液状化によって全壊した建物からは死者は発生しないものとする。
- ・ 計算のための基本地区単位は、市町村とする。
- ・ 対象とする地震の発生時刻における建物内等の滞留人口について考慮する。

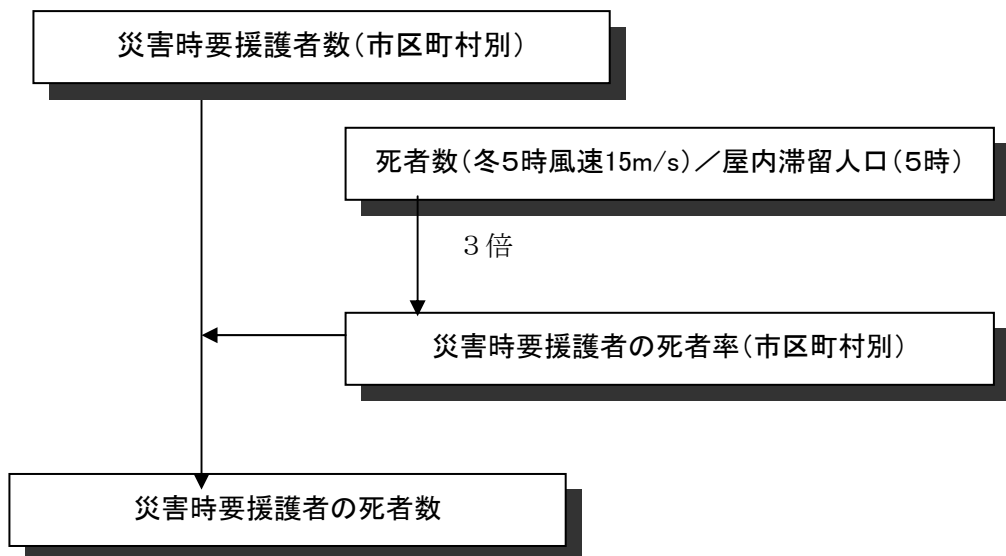


(1) 災害時要援護者の被害

1) 基本的な考え方

- ・ 死者数合計の内訳として、その中に含まれる災害時要援護者（一人暮らしの高齢者、身体障害者、知的障害者、乳幼児）の死者数を算出。

2) 被害想定手法



$$(\text{災害時要援護者の死者数}) = (\text{災害時要援護者数}) \times (\text{災害時要援護者の死者率})$$

① 災害時要援護者の死者率

- ・ 阪神・淡路大震災時の災害時要援護者の死者率は、平均死者率の約3倍（神戸市の平均死者率0.3%に対し災害時要援護者の死者率0.97%）。
- ・ 市区町村毎の平均死者率には、冬の朝5時の風速15m/sの死者率を用いる。

＜参考＞ 阪神・淡路大震災時における災害時要援護者の死者率

調査団体名	安否確認母数	死者数	死者率(*)	全半壊数
聴覚障害者現地救援対策本部	1,548	10	0.6%	142
兵庫県難聴者福祉協会	301	4	1.3%	87
視覚障害被災者支援対策本部	1,630	21	1.3%	300
日本オストミー協会兵庫県センター	333	2	0.6%	36
合計	3,812	37	0.97%	547

(*) 死者率 = (死者数) / (安否確認母数)

(出典) 『1995年阪神・淡路大震災調査報告－1』(廣井研究室)のうち、
「阪神・淡路大震災と災害弱者対策」(田中・廣井)をもとに集計

阪神・淡路大震災時における死者率(神戸市)

死者数	4,310 人
人口	1,422,563 人
死者率	0.30 %

(出典) 死者数：「阪神・淡路大震災－神戸市の記録 1995年－」(神戸市)
人口：平成7年国勢調査

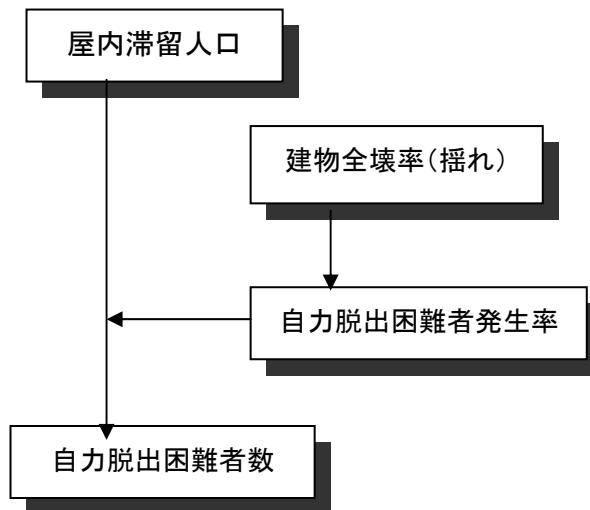
(2) 自力脱出困難者の発生

1) 基本的な考え方

- ・建物の倒壊によって下敷き・生き埋めとなり、救助が必要となる自力脱出困難者の数を求める。

2) 被害想定手法

- ・阪神・淡路大震災時における建物全壊率と救助が必要となる自力脱出困難者の数との関係を用いた静岡県（H12）や東京都（H9）の手法を参考にして、自力脱出困難者数を算出する。
- ・木造建物と非木造建物の全壊による自力脱出困難者を分けて算出する。



$$(\text{自力脱出困難者数}) = (\text{屋内滞留人口}) \times (\text{自力脱出困難者発生率})$$

$$(\text{自力脱出困難者発生率}) = 0.117 \times (\text{揺れによる建物全壊率})$$

① 自力脱出困難者発生率（下敷き・生き埋め者率）

- ・阪神・淡路大震災における木造建物の全壊率と消防団によって救出された要救助者率の関係は次のように表される（H9東京都）。

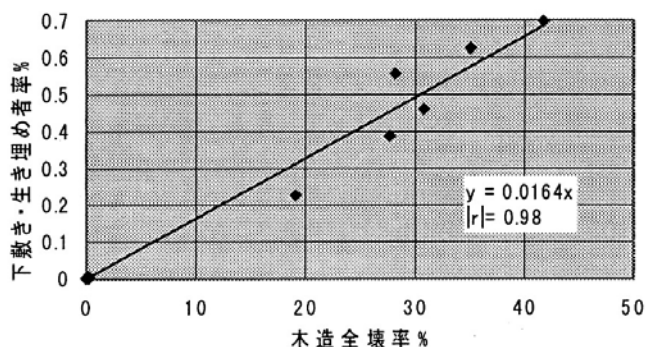
$$(\text{消防団に救助された下敷き・生き埋め者率}) = 0.0164 \times (\text{木造全壊率})$$

- ・非木造建物の全壊による自力脱出困難者発生率も、木造と同じく 0.0164 を用いる。

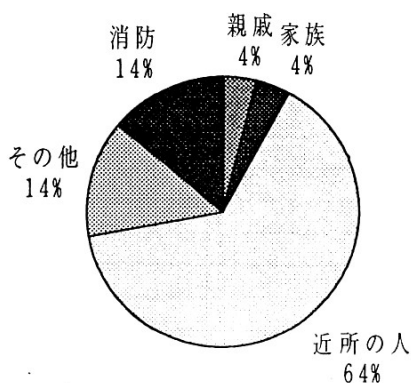
全壊率と（消防団によって救出された）下敷き・生き埋め者率の関係

地区名	全壊棟数	下敷き・生き埋め者数
東灘区	11,171	428人
灘区	11,693	417人
中央区	4,947	197人
兵庫区	8,374	252人
長田区	12,515	390人
須磨区	6,042	189人
垂水区	90	2人
北区	117	6人
西区	0	2人

(出典)建物被害は神戸市災害対策本部資料(1995年4月14日現在)
下敷き・生き埋め者数は神戸市消防局「阪神・淡路大震災における消防活動の記録」



- ・また、阪神・淡路大震災の人命救助実態について、神戸市東灘区で行なわれた聞き取り調査の結果（1996 宮野ら）では、救出者の内訳における「消防団」の割合は 14%であった（H9東京都）。



$$\begin{aligned}
 (\text{自力脱出困難者発生率}) &= (\text{消防団に救助された下敷き・生き埋め者率}) \div 0.14 \\
 &= 0.0164 \times (\text{建物全壊率}) \div 0.14 \\
 &= 0.117 \times (\text{建物全壊率})
 \end{aligned}$$

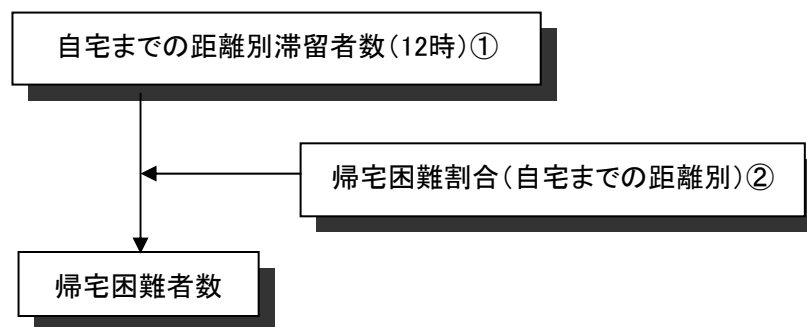
(3) 帰宅困難者の発生

1) 基本的な考え方

- ・震度 5 弱以上の揺れで交通機関は点検等のため停止し、また夜間に入るなど運行再開に時間がかかるため、滞留者の帰宅手段は徒歩のみとする。

2) 被害想定手法

- ・就業者、通学者だけでなく、私事目的による滞留者も含め、各地区（外出先）の滞留者のうち、自宅までの距離が遠く、徒歩による帰宅が困難な人の数を算出する。



$$(\text{帰宅困難者数}) = \sum (\text{自宅までの距離別 滞留者数}) \times (\text{自宅までの距離別 帰宅困難割合})$$

① 滞留者数

- ・中部圏及び近畿圏のパーソントリップ調査の結果を用いて、自宅までの距離別に各地区の昼 12 時の滞留者数を算出する。
(震度 5 弱未満の地域にも交通機能支障の影響は生じるため、計算範囲はパーソントリップ調査の範囲全体としている)

② 帰宅困難割合の設定

- ・徒歩による帰宅が困難な人の数を算出するため、自宅までの距離に応じて下表のように帰宅困難割合を設定する。

自宅までの距離	帰宅困難割合
～10km	全員帰宅可能(帰宅困難割合=0%)
10km～20km	被災者個人の運動能力の差から、帰宅困難割合は 1km 遠くなるごとに 10%増加
20km～	全員帰宅困難(帰宅困難割合=100%)

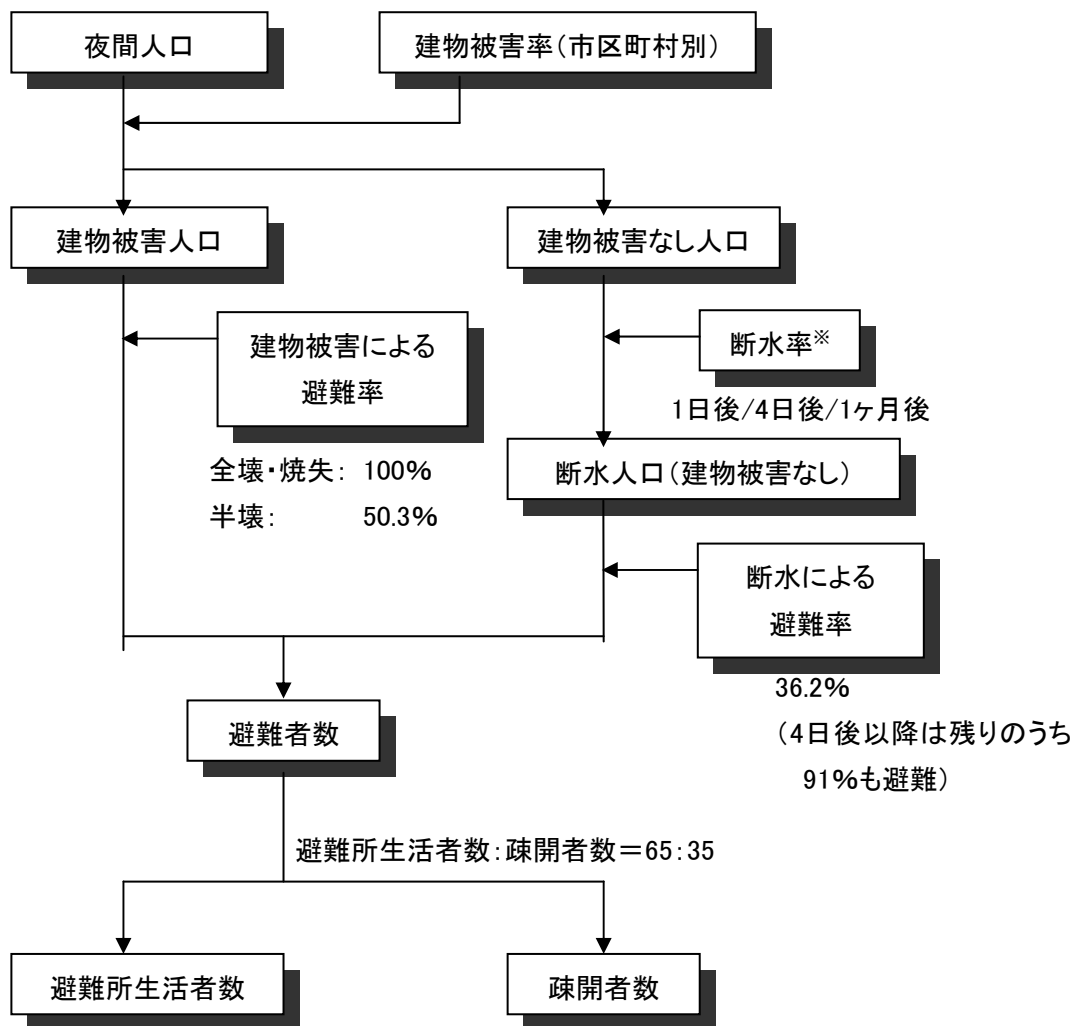
(4) 避難者の発生

1) 基本的な考え方

- ・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人数（避難者数）を算出する。

2) 被害想定手法

- ・避難者数の算出過程では、住宅被害を受け避難する人と、自宅の建物自体には被害がないが断水により避難する人の2種類を想定する。
- ・断水による避難者については、発災1日後、4日後、1ヶ月後の避難者数も想定する。



※断水率はライフライン施設被害による供給支障で算出される

$$(\text{避難所生活者数}) = (\text{避難者数}) \times 0.65 \quad (\text{疎開者数}) = (\text{避難者数}) \times 0.35$$

$$(\text{避難者数}) = (\text{建物被害による避難者数}) + (\text{断水による避難者数})$$

$$(\text{建物被害による避難者数}) = (\text{全壊・焼失人口}) \times (\text{全壊・焼失による避難率}) \\ + (\text{半壊人口}) \times (\text{半壊による避難率})$$

$$(\text{断水による避難者数}) = (\text{断水人口}) \times (\text{断水による避難率})$$

$$(\text{断水人口}) = (\text{建物被害なし人口}) \times (\text{断水率})$$

① 建物被害による避難率

- ・室崎ら（1996）による神戸市内震度7地域の住民へのアンケート調査より、自宅被害の有無と翌日の避難場所は下表のように示される。
- ・これより、翌日避難する人は、「全壊」住宅で100%、「半壊」住宅で50.3%とする。

		避難した		避難しなかつた	合計
		避難所	親戚等疎開		
全壊	712 (100.0%)	443 (62.2%)	269 (37.8%)	0 (0.0%)	712 (100%)
半壊	362 (50.3%)	237 (33.0%)	125 (17.4%)	357 (49.7%)	719 (100%)
軽微、被害なし	269 (36.2%)	183 (24.6%)	86 (11.6%)	475 (63.8%)	744 (100%)

② 断水による避難率

- ・上記のアンケート対象地域では全域で断水が発生しているため、「軽微、被害なし」住宅からの避難率36.2%は断水時の避難率（1日後）と読み替えられる。
 $(1 \text{ 日後の断水による避難率}) = 0.362$
- ・また、阪神・淡路大震災以降の都市住民の意識調査（1995）より、断水が続いた場合、発災4日後で約91%の都民が「限界である」と答えていることから、4日後の断水による避難率は次のとおり（1ヵ月後の断水による避難率も同じ）。
 $(4 \text{ 日後の断水による避難率}) = 0.362 + 0.91 \times (1 - 0.362) = 0.943$

③ 避難所生活者数と疎開者数の比

- ・いずれの場合も避難所への避難者数と、避難所以外への避難・疎開者数（親戚等疎開）はおよそ65：35である。

	避難所	親戚等疎開	計（避難・疎開）
全壊	62.2%	37.8%	100%
半壊	65.5%	34.5%	100%
軽微、被害なし	68.0%	32.0%	100%

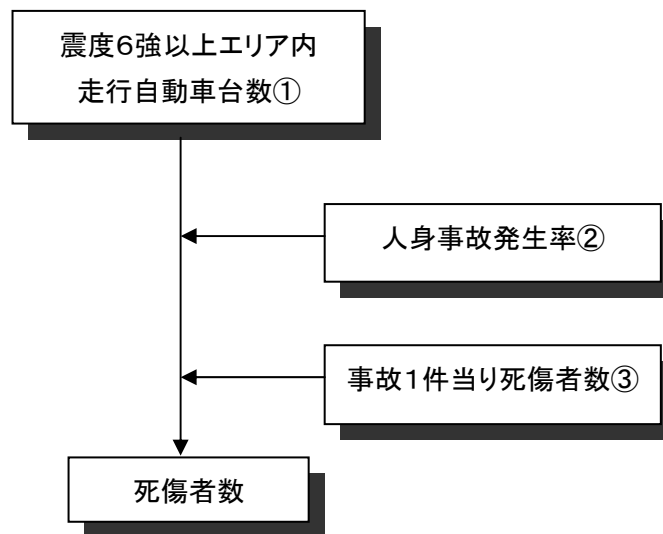
6. その他の被害

(1) 道路における人的被害

1) 基本的な考え方

- ・道路被害は、揺れによるドライバーのハンドル操作ミスによる交通事故に伴う死傷者数と、橋梁の落橋・倒壊に伴う事故による死傷者数より算定する。
- ・震度6強以上の地域にて、道路交通による人的被害が発生すると仮定する。

2) 被害想定手法（揺れによるハンドル操作ミスによる死傷者数）



$$(\text{死傷者数}) = (\text{事故1件当り死傷者数}) \times (\text{震度6強以上エリア内走行自動車台数}) \times (\text{人身事故発生率})$$

① 震度6強以上エリア内走行自動車台数

- ・道路交通センサス「箇所別基本表」を用いて、路線別・各時間帯別の一時間あたり交通量を算出する。各時間帯の交通量は以下のように求める。

5時台：夜間交通量の一時間平均値（[24時間交通量-昼間(7:00-19:00)交通量]/12）

8時台：ピーク時間交通量

12時台：昼間(7:00-19:00)交通量の一時間平均値（昼間(7:00-19:00)交通量/12）

18時台：8時台と12時台の平均値

*交通事故が起こる基準速度として、40km/h以上の路線を対象としている

*道路交通センサスに収録されている交通量のデータは、主要路線毎の24時間交通量、昼間交通量、ピーク時間交通量の3種類。

- ・上で求めた路線別・時間帯別の一時間あたり交通量に、震度6強以上エリアの通過時間をかけて、震度6強地域内の走行自動車台数を算出。

(震度6強以上エリア内走行自動車台数[台])

$$= (1 \text{ 時間あたり交通量[台/時間]}) \times (\text{震度6強以上エリア通過時間[時間]})$$

(震度6強以上エリア通過時間[時間])

$$= (\text{震度6強エリア内路線延長[km]}) \div (\text{混雑時平均速度[km/時間]})$$

*震度6強エリア内路線延長は、(市町村別路線別延長) × (区市町村内の震度6強以上エリア内建物棟数割合)で求める。

*道路交通センサスに収録されている平均速度は、各路線毎の混雑時の集計結果のみ

② 人身事故発生率

- ・危険を感じた人のうち傷害を起こす人の割合は0.114%と設定(「新版 自動車事故工学」江守一郎)。
- ・ドライバーが危険を感じる条件として、震度6強以上と仮定。

③ 事故1件当り死傷者数

揺れによるハンドル操作ミスによる被害は一定の速度以上で発生すると考えられること及び一般道における死傷者発生率を算出できるデータが無いことを踏まえ、平常時の高速道路における重傷者以上の事故1件あたりの死傷者数を算定。

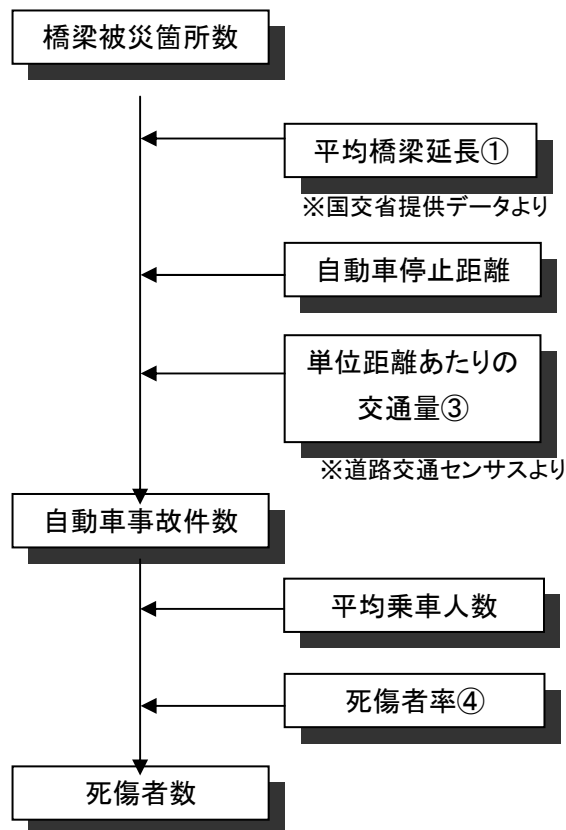
高速道路における重傷者が発生した事故1件あたりの死傷者発生率

西暦年	重傷者が発生した 事故件数	死者		負傷者		重傷者	
		人数 (人)	事故1件 あたり (人/件)	人数 (人)	事故1件 あたり (人/件)	人数 (人)	事故1件 あたり (人/件)
1997	1,033	397	0.38	18,471	17.88	1,278	1.24
1998	1,063	366	0.34	19,259	18.12	1,304	1.23
1999	1,155	323	0.28	21,079	18.25	1,423	1.23
2000	1,194	367	0.31	23,181	19.41	1,444	1.21
2001	1,165	389	0.33	23,888	20.50	1,428	1.23
2002	1,193	338	0.28	22,875	19.17	1,469	1.23
2003	1,077	351	0.33	22,661	21.04	1,378	1.28
2004	1,003	329	0.33	22,119	22.05	1,273	1.27
2005	931	285	0.31	21,931	23.56	1,119	1.20
2006	860	262	0.30	22,007	25.59	1,040	1.21
合計	10,674	3,407	0.32	217,471	20.37	13,156	1.23

(出典) 交通統計 平成18年版

3) 被害想定手法（落橋、桁折、大変形に伴う事故による死傷者数）

- ・「道路施設被害（交通施設被害）」で算定した橋梁被害箇所数に基づき、1箇所あたりに生じる死傷者数を算定する。



$$(\text{死傷者数}) = (\text{自動車事故件数}) \times (\text{平均乗車人数}) \times (\text{死傷者率})$$

$$(\text{自動車事故件数})$$

$$= (\text{被害箇所数}) \times \{(\text{平均橋梁延長}) + (\text{自動車停止距離})\} \\ \times (\text{単位距離あたりの交通量})$$

① 平均橋梁延長

- ・国土交通省道路局資料をもとに、高速道路、国道・主要地方道・都道府県道、市町村道の三分区で集計して1箇所あたりの平均橋梁延長を算出する。

② 自動車停止距離

- ・計算の対象とする車両については、地震発生時における橋梁上の車両だけでなく、その手前の停止距離分に位置するものも含めるものとする。

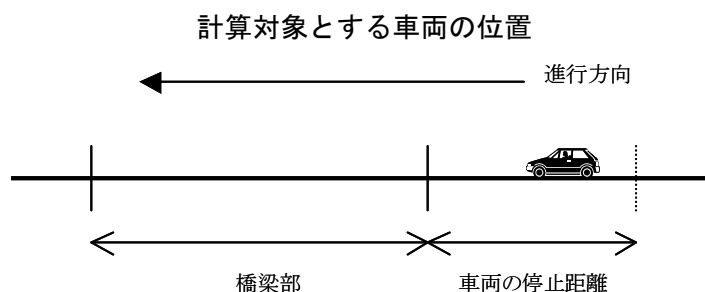
- ・停止距離は 38m(全日本交通安全協会「交通の教則」における 20km/h、40km/h、60km/h、80km/h の停止距離の平均値) とする。

時速	① 空走距離	② 制動距離	③ 停止距離 (=①+②)
20km/h	6m	3m	9m
40km/h	11m	11m	22m
60km/h	17m	27m	44m
80km/h	22m	54m	76m

空走距離：危険を感じてからアクセルをゆるめて、ブレーキペダルを踏んでブレーキが効き始めるまでに進む距離（時間にして約 1 秒）

制動距離：ブレーキをかけて制動が始まってから、車体が停止するまでの距離

(出典) 全日本交通安全協会「交通の教則」



③ 単位距離あたりの交通量

- ・道路センサより、路線毎に以下の式で単位距離あたりの交通量を求める

$$(\text{単位距離あたり交通量}[\text{台}/\text{km}]) = (\text{1時間あたり交通量}[\text{台}/\text{時}]) \div (\text{混雑時平均速度}[\text{km}/\text{時}])$$

- ・各時間帯の交通量は以下のように求める。

5 時台：夜間交通量の一時間平均値（[24 時間交通量-昼間(7:00-19:00) 交通量]/12）

8 時台：ピーク時間交通量

12 時台：昼間(7:00-19:00) 交通量の一時間平均値（昼間(7:00-19:00) 交通量/12）

18 時台：8 時台と 12 時台の平均値

*交通事故が起こる基準速度として、40km/h 以上の路線を対象としている

*道路センサに収録されている交通量のデータは、主要路線毎の 24 時間交通量、昼間交通量、ピーク時間交通量の 3 種類。

*道路センサに収録されている平均速度は、各路線毎の混雑時の集計結果のみ

- ・各路線毎の結果を、高速道路及び一般道路（国道、主要地方道、都道府県道、市町村道）の二区分で平均した値を利用する。

④ 死傷者率

阪神・淡路大震災時の被害率実態を踏まえて設定された大阪府被害想定（H9）の方法を利用（平均乗車人数は1人とした）。

（死者率）＝2.6% （負傷者率）＝14.2% （重傷者率）＝5.6%

阪神・淡路大震災の死者と負傷者

	滞留人口	死者	負傷者	重傷者	軽傷者	死者率	負傷者率
3号神戸線	537	14	76			14/537=2.6%	76/537=14.2%
5号湾岸線		2	3				
（合計）		16	79	31	48		

（出典）「大阪府地震被害想定調査」（H9 大阪府）より作成

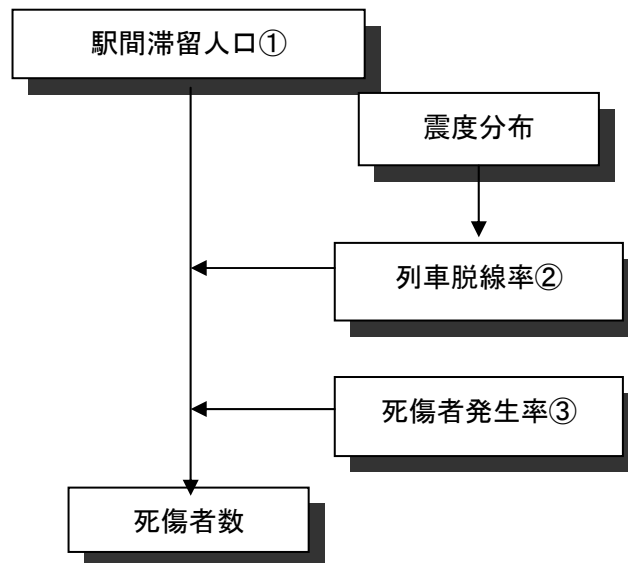
$$\begin{aligned} \text{（重傷者率）} &= \text{（負傷率）} \times \text{（合計重傷者数）} \div \text{（合計負傷者数）} \\ &= 14.2\% \times 31 \div 79 = 5.6\% \end{aligned}$$

(2) 鉄道における人的被害

1) 基本的な考え方

- ・ 駅間滞留人口に阪神・淡路大震災時の脱線事故発生率及び過去の列車事故時の死傷者発生率を乗じて、死傷者数を算出する。

2) 被害想定手法



$$(\text{死傷者数}) = \sum (\text{駅間滞留人口}) \times (\text{列車脱線率}) \times (\text{死傷者発生率})$$

① 駅間滞留人口

- ・ 大都市交通センサス及びパーソントリップ調査の結果を用いて、鉄道で移動中の人数を時間帯別（5時台、8時台、12時台、18時台）に求める。

② 列車脱線率

- ・ JR在来線・私鉄・地下鉄については、震度6強以上のエリア内の全路線における、地震発生の瞬間の乗車人数を対象として算出する。
- ・ 脱線予測においては、比較的深度の浅い地下鉄は、地表と同じ震度を受けるものと想定。その他の比較的深部を通る地下鉄は地表震度より1ランク差し引く。
- ・ JR新幹線の脱線条件については、十分な事態把握あるいは研究成果が得られていないため、ここでは仮にJR在来線と同じ脱線発生率とする。

震度	阪神・淡路大震災時の実態		脱線率
	運行列車本数	脱線数	
7	14	13	92.9%
6強	13	3	23.1%
6弱	65	0	0

(出典)「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 (H11)

③ 死傷者率

- ・ JR在来線、私鉄については、過去の列車脱線事故、列車衝突事故における死傷者数の分布から求める。
- ・ 新幹線については、

1998年ドイツのICE脱線事故（エシュデ事故）の死傷者数

新潟県中越地震の上越新幹線の脱線事故事例の死傷者数

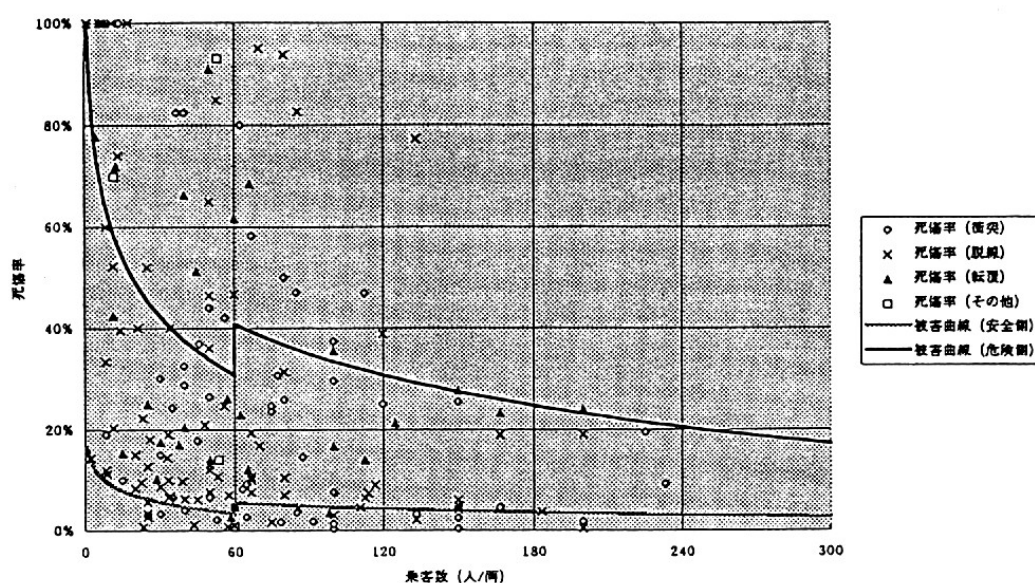
JR在来線、私鉄の過去の列車脱線事故、衝突事故における死傷者数の分布から求める3パターンの死傷者率により検討する。なお、ICE脱線事故の事例は約200km/hで走行中の場合の想定であるため、被害想定の対象範囲における震度6強エリア区間の新幹線のスピードと比較して、死傷率を設定する。

地下鉄の死者率、負傷者率、重傷者率については、在来線列車の半分と仮定する。

列車種別	死者率	負傷者率 (重傷者含む)	重傷者率
ア. 在来線、私鉄	0.18%	11.8%	1.9%
イ. 新幹線			
ドイツICE事故	34%	66%	26%
上越新幹線脱線事故	0%	0%	0%
在来線、私鉄	0.18%	11.8%	1.9%
ウ. 地下鉄 (=ア÷2)	0.09%	5.9%	0.95%

[JR在来線、私鉄線の死傷者率の算出方法]

- ・河田ら（1996）により過去 30 年間の一般の鉄道事故時の死傷者数と乗客数との関係について分析した成果（下図）を活用する。
- ・ラッシュ時（1 車両あたり乗客数 240 人程度）について、被害曲線の安全側及び危険側から、死傷者率は 4%～20%程度と考えられる。ここでは、安全側と危険側の中間の値をとり、死傷者率 12%とする。



- ・死傷者全体における死者数の割合については、過去の脱線事故実績をもとに設定している。

※なお、負傷者のうち重傷者の割合は、阪神・淡路大震災時、列車に乗車していた人について、重傷者 9 人、軽傷者 46 人（阪神・淡路大震災調査報告 交通施設と農業施設の被害と復旧）であったことから、9/55 とした。

列車脱線事故・列車衝突事故における死傷者数（昭和 62 年度～平成 16 年度計）

総件数	うち死傷者発生事故	死者数	負傷者数	死傷者計
596 件	141 件	54 人	3,452 人	3,506 人

（出典）国土交通省鉄道局

- 死者率 = 死傷者率（12%） × 54 / 3506 = 0.18%
- 負傷者率 = 死傷者率（12%） - 死者率（0.18%） = 11.8%
- 重傷者率 = 負傷者率（11.8%） × 9 / 55 = 1.9%

※ 踏切事故における自動車側の死傷者を除く。福知山線脱線事故は制限速度を大幅に超える速度でカーブに突入したという特異な事故事例のため、死傷者率の算出には用いていない。

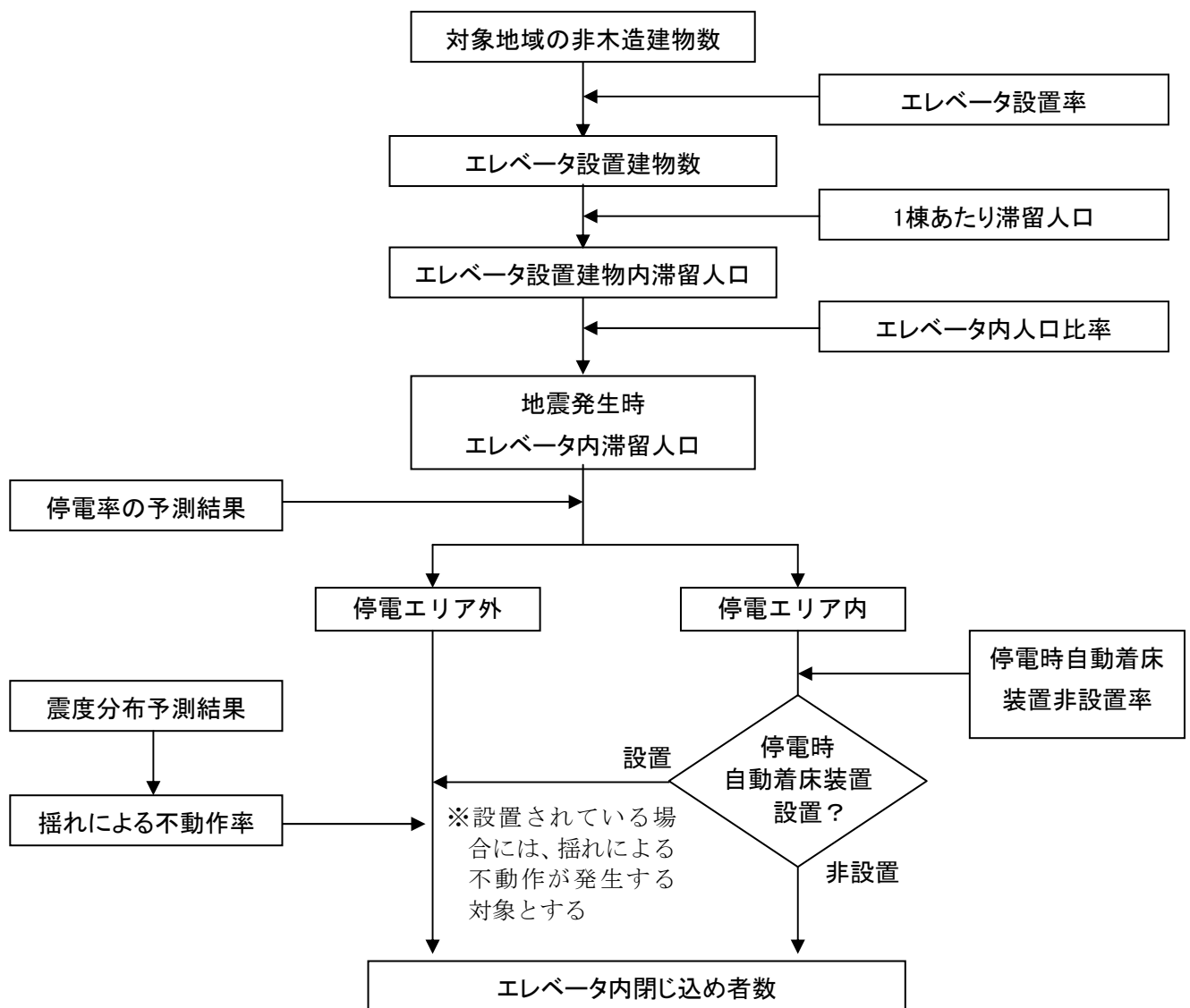
(3) 中高層ビル街被害（エレベータ内閉じ込め者数）

1) 基本的な考え方

- ・揺れによる破損、停電によるエレベータ停止時の閉じ込め者数を算定する。

2) 被害想定手法

- ・停電エリアのエレベータのうち、停電時自動着床装置（停電時にエレベータを専用のバッテリーで一番近い階まで低速で自動的に動かし、乗客を救出する装置）を設置していないものが、閉じ込めにつながるものとする
- ・揺れによる破損と停電によるエレベータ停止時の閉じ込め者数のダブルカウントは除去する（停電エリアの自動着床装置なしによる閉じ込め者数を先に計算）。



※停電率はライフライン施設被害による供給支障で算出される

① エレベータ設置率

用途	エレベータ設置率
事務所	73%
住宅	37%

(出典)「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 (H11)

② エレベータ内人口比率

用途	エレベータ内人口比率
事務所	0.5%
住宅	1時間当たり住宅滞留人口変化率(7時~8時)÷120

(出典)「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 (H11)

③ 揺れによるエレベータ不動作率

・以下に示す震度別の不動作率を適用する。

震度	不動作率
7	24%
6強	22%
6弱	15%
5強	8%
5弱	1%

(出典)「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 (H11)

④ 停電時自動着床装置非設置率

・停電エリアのエレベータのうち、停電時自動着床装置(停電時にエレベータを専用のバッテリーで一番近い階まで低速で自動的に動かし、乗客を救出する装置)を設置していないものが、閉じ込めにつながるものとする

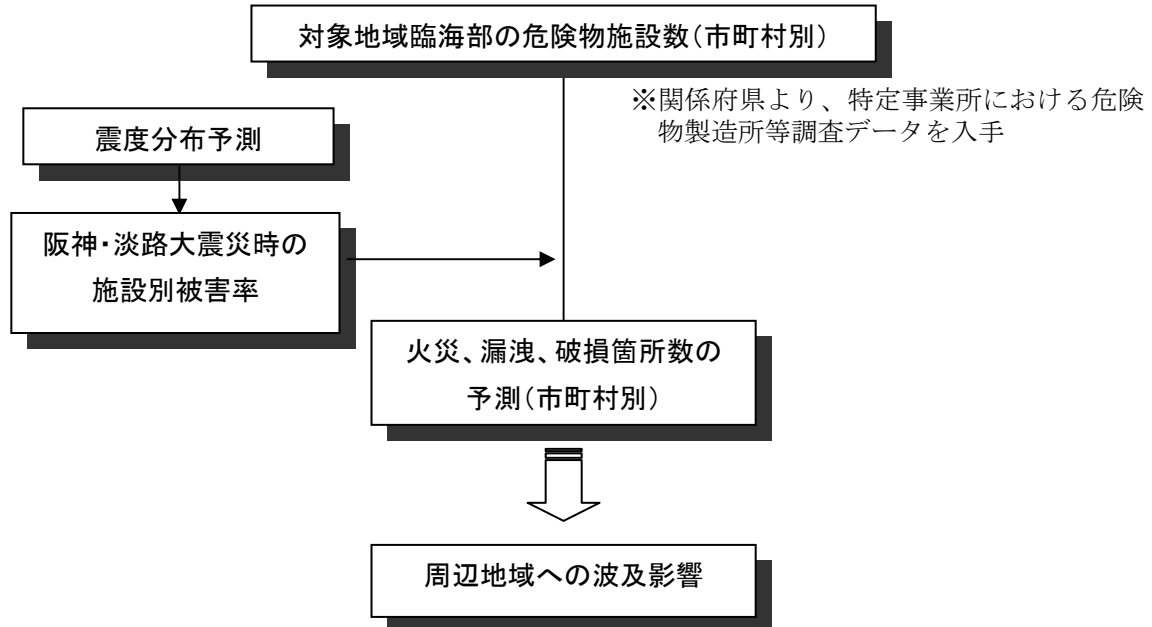
停電時自動着床装置非設置率 : 68.4%

(出典) (社) 日本エレベータ協会の東京 23 区における調査資料より

(4) 石油コンビナート地区被害

1) 基本的な考え方

- ・ 阪神・淡路大震災時の危険物施設被害実態に基づき、地震動による火災、漏洩、破損箇所数を予測。



2) 被害想定手法

① 阪神・淡路大震災時の施設別被害率

- ・ 危険物施設の被害実態は、震度との関係が詳細に分析できるデータが整理されていないため、仮に神戸市を震度6強、大阪府を震度6弱とした場合の震度と施設被害率との関係を用いる。

阪神・淡路大震災時の危険物施設の被害率実態

製造所等の区分	6弱(大阪府の実態)							6強(神戸市の実態)						
	施設数	被害数			被害率			施設数	被害数			被害率		
		出火	漏洩	破損等	出火	漏洩	破損等		出火	漏洩	破損等	出火	漏洩	破損等
製造所	550	0	1	0	0.0%	0.2%	0.0%	39	0	0	10	0.0%	0.0%	25.6%
屋内貯蔵所	4579	0	24	0	0.0%	0.5%	0.0%	631	0	30	29	0.0%	4.8%	4.6%
屋外タンク貯蔵所	3255	0	1	11	0.0%	0.0%	0.3%	682	0	12	249	0.0%	1.8%	36.5%
屋内タンク貯蔵所	1437	0	1	0	0.0%	0.1%	0.0%	285	1	1	7	0.4%	0.4%	2.5%
地下タンク貯蔵所	4860	0	4	11	0.0%	0.1%	0.2%	848	0	6	29	0.0%	0.7%	3.4%
移動タンク貯蔵所	3319	0	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	646	0	0	3	0.0%	0.0%	0.5%
屋外貯蔵所	944	0	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	219	0	0	31	0.0%	0.0%	14.2%
給油取扱所	3470	0	0	20	0.0%	0.0%	0.6%	586	0	3	136	0.0%	0.5%	23.2%
移送取扱所	42	0	1	0	0.0%	2.4%	0.0%	12	0	2	7	0.0%	16.7%	58.3%
一般取扱所	3322	0	4	4	0.0%	0.1%	0.1%	585	2	8	81	0.3%	1.4%	13.8%

(出典)「兵庫県南部地震による危険物施設の被害調査報告書」自治省消防庁消防研究所(平成7年)

- ・ 各石油コンビナート地区の震度は、その地区が含まれるメッシュの平均震度とする。

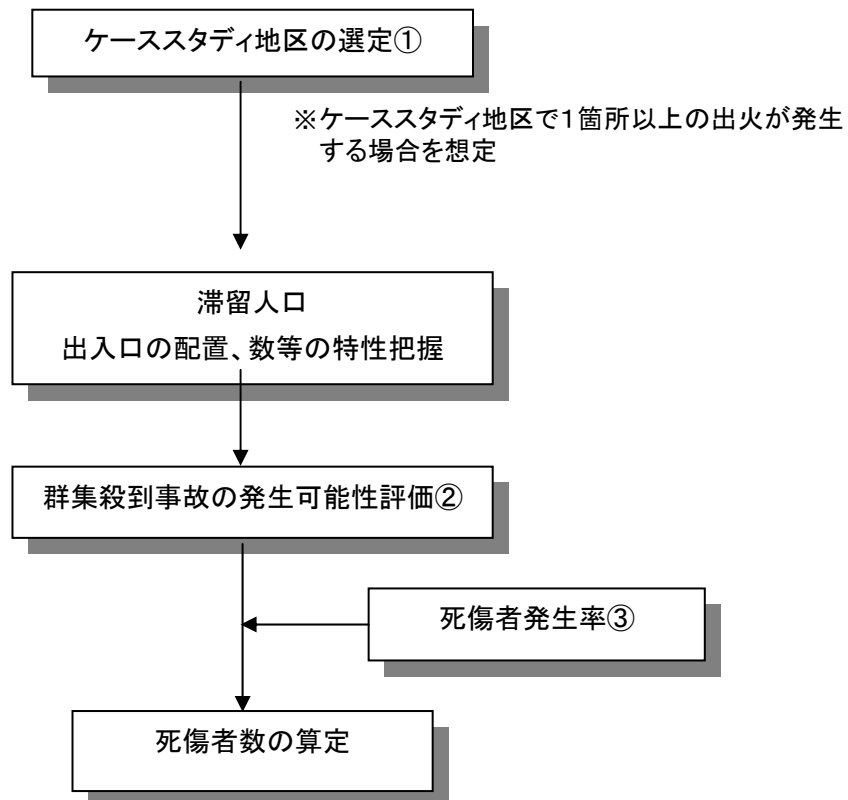
(5) 地下街の被害

1) 基本的な考え方

- ・地下街における群集殺到事故発生時の死傷者数を、過去の群集殺到事故の実態をもとに算定する。

2) 被害想定手法

- ・大きな被害が出る可能性の高い地下街をケーススタディ地区として選定して死者数を算定する。



$$(\text{死傷者数}) = (\text{地区内の滞留人口}) \times (\text{死傷者発生率})$$

①ケーススタディ地区の選定

- ・地下街において群集が殺到するケースとして、1件以上の火災が発生する場合を想定する。(地域全体で火災発生件数が1件に満たない場合は対象としない)
- ・火災の発生確率は、阪神・淡路大震災時の用途別出火率のうち、安全側をみて料理店の冬の昼における出火率を用いる。
- ・ここでは、火災発災件数(確率)がもっとも高い地区をケーススタディ地区とする。

用途別出火率

代表加速度	150gal	250gal	350gal	500gal	700gal	1000gal
料理店	0.008%	0.017%	0.055%	0.095%	0.118%	0.147%
飲食店（油使用）	0.004%	0.009%	0.026%	0.042%	0.051%	0.064%
飲食店（油不使用）	0.002%	0.005%	0.019%	0.033%	0.041%	0.052%
物販店	0.002%	0.006%	0.018%	0.025%	0.034%	0.045%

出典)「直下の地震を踏まえた新たな出火要因及び延焼性状の解明と対策」火災予防審議会、東京消防庁（H9）

②群集殺到事故の発生可能性評価

- ・地下街は出入口が限られて閉鎖空間であり、火災発生時には、限られた出入口に群集が殺到して、将棋倒し等により死傷者発生事故が発生する可能性がある。
- ・ここでは、ケーススタディ施設の出入り口の配置（個数）や滞留人口から、群集が殺到する可能性を評価する。

③死傷者発生率

- ・群集殺到が発生した場合の死傷者率は、歩道橋の双方向からの押し合いによる事故発生事例ではあるが、明石花火大会時の実態データに基づき、以下の被害率により算出する。

$$(\text{死者率}) = 11 / 6400 = 0.0017$$

$$(\text{負傷者率}) = 247 / 6400 = 0.039$$

わが国の群集殺到による事故発生の事例

事例	概要
①明石花火大会後の 群集殺到事故 (2001年)	平成13年7月21日に開催された兵庫県明石市民夏まつりの花火大会の花火打ち上げ終了直後に、JR朝霧駅から花火会場に通ずる歩道橋(幅6m, 長さ106m, 階段幅3m)上において、約6,400人が殺到したために群集殺到事故が生じ、多数の死傷者(死者11名, 負傷者247名)が発生。
②新潟弥彦神社の 群集なだれ (1956年)	昭和31年の元旦未明に、参拝や餅まきの餅を拾うために多数の群集が拝殿前の広場、これに通ずる門およびその門前の石段付近に集まり、その雑踏によって転倒者が続出。 死者124人、負傷者94人
③二重橋事件 (1954年)	昭和29年1月2日の一般参賀に集まった群集が記帳所に向かう二重橋付近に殺到。一人が転んだのをきっかけに50数人が倒れこんだ。 死者16人、重軽傷者30数人

出典)「第32回明石市民夏まつりにおける花火大会事故調査報告書」明石市民夏まつり
事故調査委員会(H14)

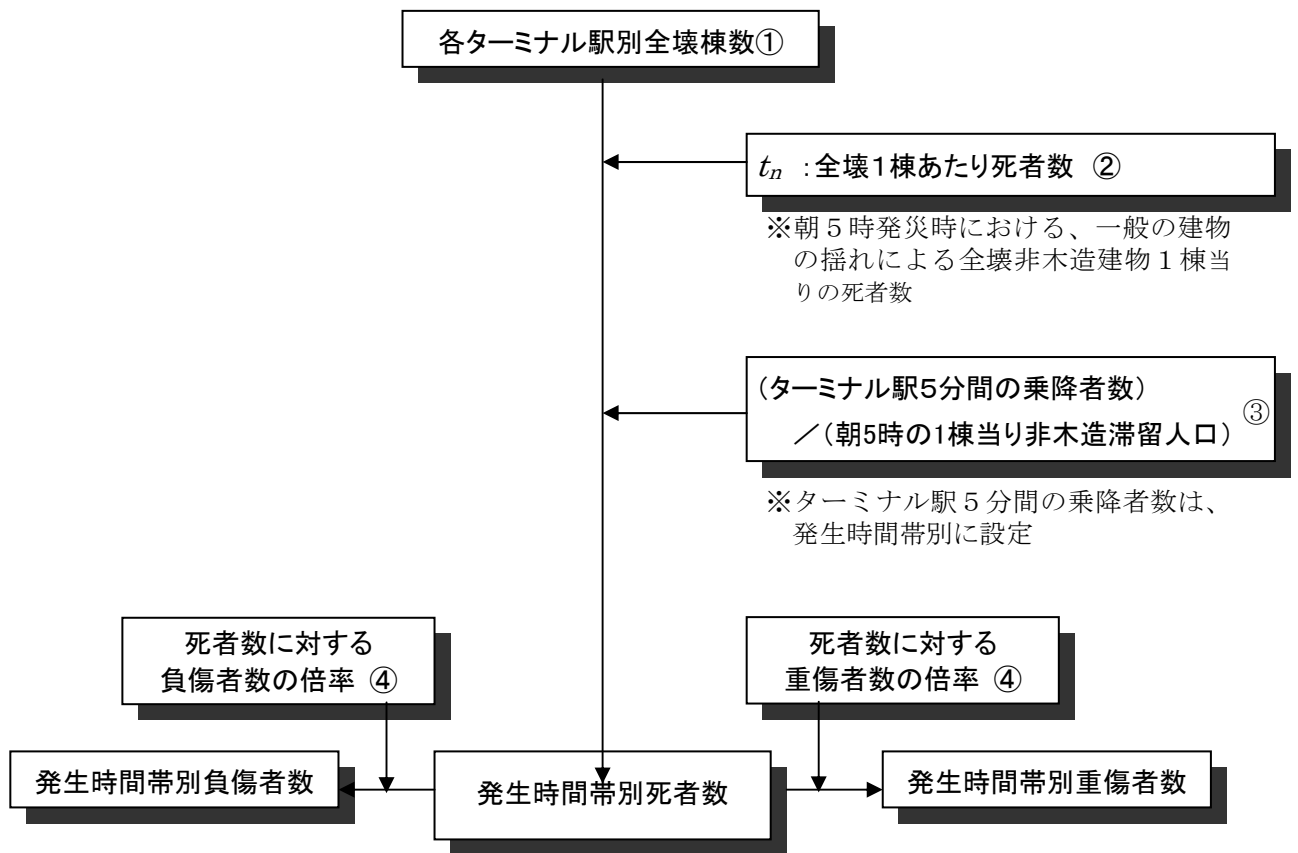
(6) ターミナル駅の被害

1) 基本的な考え方

- ・ターミナル駅の滞留者を対象に、揺れによる駅舎被害に伴い発生する死傷者数を発生時間帯別に算定する。

2) 被害想定手法

- ・ターミナル駅を1つの建物とみなして一般の建物と同様の方法で死者数を算出した後に、建物内の人口の比（一般の非木造建物内の滞留者数とターミナル駅内の滞留者数との比）を掛けることでターミナル駅内の死者数を算出する。



(発生時間帯別死者数)

$$= t_n \times (\text{各ターミナル駅別全壊棟数}) \times \{ (\text{ターミナル駅5分間の乗降者数}) / (\text{朝5時の1棟当り非木造滞留人口}) \}$$

(各ターミナル駅全壊棟数) = (当該メッシュの新築年非木造全壊棟数)

$$/ (\text{当該メッシュの新築年非木造建物棟数})$$

① 各ターミナル駅別全壊棟数

- ・各ターミナル駅を新築年の非木造建物とみなし、各駅の地点における全壊率をもって全壊棟数とする。
- ・ターミナル駅は、大都市交通センサスの定義によるターミナル駅のうち、震度6強以上の地震動を受ける主要な駅とする。

② 全壊1棟あたり死者数

- ・朝5時発災時における、一般の建物の揺れによる全壊非木造建物1棟あたりの死者数を各ターミナル駅的全壊棟数(全壊率)に掛けることにより、ターミナル駅の建物内の滞留人口が一般の建物と同じと仮定した場合の死者数を算出する。
- ・全壊非木造建物1棟あたり死者数は、各ターミナル駅が含まれる市区町村における次の式の値を用いる。

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

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)

※今回は夜間人口の代わりに、木造、非木造別の朝5時の屋内滞留人口を用いる

③ (ターミナル駅5分間の乗降者数) / (朝5時の1棟当り非木造滞留人口)

- ・一般の非木造建物内の滞留者数とターミナル駅内の滞留者数との比に基づき、補正係数を作成し、ターミナル駅全壊に伴う死者数を求める。
- ・ターミナル駅5分間の乗降者数は、パーソントリップ調査の時間帯別移動者数を用いて、発生時間帯別に算出する

※平成17年大都市交通センサスの結果によると鉄道駅の乗り換え時間が4分強であることから、ここでは5分間の乗降者数がターミナル駅の滞留者数に相当するとした。

(ターミナル駅5分間の乗降者数) = (1時間当り駅乗降者数) / 12

(1時間当り駅乗降者数)

$$= (\text{ターミナル駅1日乗降者数}) \times (\text{対象地域における当該時間帯の移動者数}) \\ \div (\text{対象地域における鉄道運行時間帯の延べ移動者数})$$

※上式の「対象地域」は各ターミナル駅が含まれる府県とし、鉄道運行時間帯は朝5時から深夜1時までとする

(朝5時の1棟当り非木造滞留人口)

$$= (\text{対象地域の朝5時の非木造滞留人口}) \div (\text{対象地域の非木造建物棟数})$$

※上式の「対象地域」は各ターミナル駅が含まれる市区町村とする

④ 死者数に対する負傷者数、重傷者数の倍率

- ・各地震時の朝5時における、揺れによる死者数に対する、負傷者数、重傷者数の倍率を用いる。

$$\begin{aligned} (\text{発生時間帯別負傷者数}) &= (\text{発生時間帯別死者数}) \times (\text{揺れの負傷者数：朝5時}) \\ &\quad \div (\text{揺れの死者数：朝5時}) \end{aligned}$$

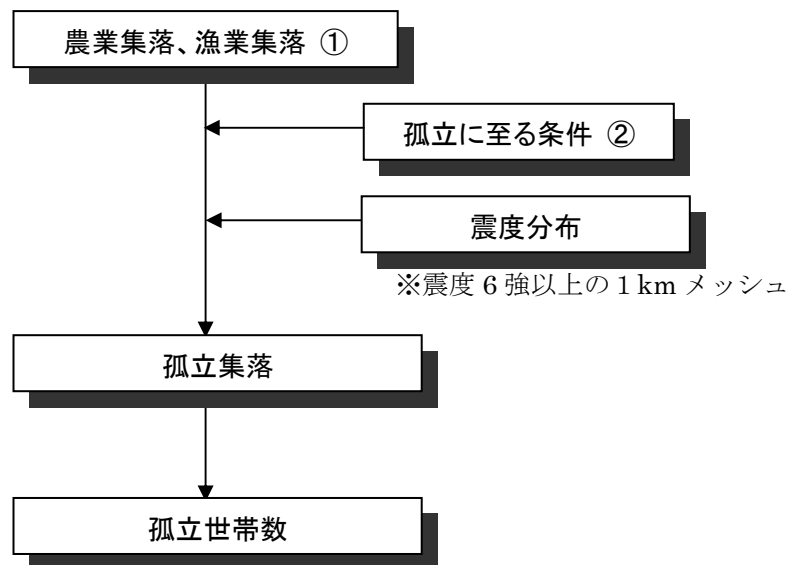
$$\begin{aligned} (\text{発生時間帯別重傷者数}) &= (\text{発生時間帯別死者数}) \times (\text{揺れの重傷者数：朝5時}) \\ &\quad \div (\text{揺れの死者数：朝5時}) \end{aligned}$$

(7) 孤立集落の発生

1) 基本的な考え方

- ・震災時にアクセス経路の寸断によって孤立してしまう可能性の高い集落数及びその集落に含まれる世帯数を算出する。

2) 被害想定手法



① 農業集落、漁業集落

- ・農林業センサス 2000、漁業センサス 1998 の調査対象集落を被害想定の対象とする。

② 孤立に至る条件

- ・「中山間地等の集落散在地域における孤立集落発生の可能性に関する状況調査」(内閣府、H17)における次の条件に当てはまるものを、何らかの災害要因によって孤立する可能性の高い集落とする※

H17 調査における孤立の定義

中山間地域、沿岸地域、島嶼部などの集落のうち、道路交通または海上交通による外部からのアクセス（四輪自動車で行き来可能かどうかを目安）が、以下の要因等により困難となり、住民生活が困難もしくは不可能となる状態とする。

- ・ 地震、風水害に伴う土砂災害や液状化等による道路構造物の損傷、道路への土砂堆積
- ・ 地震動に伴う液状化による道路構造物の損傷
- ・ 津波による浸水、道路構造物の損傷、流出物の堆積
- ・ 地震または津波による船舶の停泊施設の被災

出典)「中山間地等の集落散在地域における孤立集落発生の可能性に関する状況調査」内閣府(H17)

- ・この条件で抽出された何らかの災害要因によって孤立する可能性の高い集落は次の通り。

H17 調査における調査対象の集落と調査結果※（全国）

調査種類	対象集落	調査結果
農業集落調査	孤立可能性のある中山間地集落	17,451 集落
漁業集落調査	海水面漁業の漁業集落全て	1,787 集落

出典)「中山間地等の集落散在地域における孤立集落発生の可能性に関する状況調査」内閣府(H17)

中部圏・近畿圏の9府県における孤立可能性のある集落数※

		農業集落	漁業集落
21	岐阜県	437	—
23	愛知県	501	7
24	三重県	278	81
25	滋賀県	119	—
26	京都府	447	15
27	大阪府	108	1
28	兵庫県	404	34
29	奈良県	357	—
30	和歌山県	530	84
合計		3181	222

※H17 調査時の孤立可能性集落には、前頁の孤立の定義に該当する集落のほか、各都道府県が以下の判断基準をもとに抽出したのも含まれているが、今回の調査では各府県での条件を統一するため、それらの集落は対象としていない。

- ・地区または集落へのすべてのアクセス道路が土砂災害危険箇所（土石流危険渓流、急傾斜地崩壊危険場所、地すべり危険箇所）及び山地災害危険地区に隣接している。
- ・船舶の停泊施設がある場合は、地震または津波により当該施設が使用不能となるおそれがある。

③ 孤立集落、孤立世帯数

- ・上記の孤立可能性のある集落のうち、対象震源の震度6強以上のエリアに含まれるものをその震源の孤立集落とする。

—平成16年10月23日の新潟県中越地震では、アクセス道路の交通不能による孤立集落61の約89%にあたる54集落は、震度6強以上と推定される地域内の集落であった。

（「中山間地等の集落散在地域における地震防災対策に関する検討会 提言」内閣府(H17)）

- ・また、その孤立集落内の世帯数を孤立世帯数とする。