

第 編 手法編

目 次

1	津波	- 1
	(1) 計算手法と計算モデル	- 1
	(2) 計算条件	- 8
	(3) 計算結果	- 11
2	地震動・地盤被害	- 12
	(1) 地盤モデルの設定	- 12
	(2) 地震動	- 16
	(3) 液状化	- 21
	(4) 土砂災害	- 26
3	建物被害	- 28
	(1) 建物棟数データの設定	- 28
	(2) 揺れによる建物棟数	- 29
	(3) 液状化による建物被害	- 31
	(4) 土砂災害による建物被害	- 35
	(5) 津波による建物被害	- 37
	(6) 地震火災による建物被害	- 39
4	人的被害	- 50
	(1) 人口データの設定	- 50
	(2) 建物倒壊による人的被害	- 51
	(3) 土砂災害による人的被害	- 53
	(4) 火災による人的被害	- 54
	(5) 津波による人的被害	- 56
	(6) 屋内収容物移動・転倒による人的被害	- 61
	(7) 屋外落下物による人的被害	- 63
	(8) ブロック塀等の倒壊による人的被害	- 66
	(9) 自動販売機の転倒による人的被害	- 69
	(10) 災害時要援護者(避難行動要支援者)の被害	- 71
	(11) 自力脱出困難者の発生(揺れによる建物倒壊に伴う要救助者)	- 73
	(12) 津波被害に伴う要救助者・要搜索者	- 75
5	ライフライン被害	- 76
	(1) 上水道	- 76
	(2) 下水道	- 80
	(3) 電力	- 83
	(4) 通信	- 87
	(5) ガス	- 91

6	交通施設被害	- 93
	(1) 緊急輸送道路	- 93
	(2) 道路	- 95
	(3) 鉄道	- 97
	(4) 港湾	- 99
	(5) 空港	-102
7	生活支障	-103
	(1) 避難者	-103
	(2) 帰宅困難者	-105
	(3) 物資不足量	-106
	(4) 仮設トイレ不足量	-106
	(5) 医療機能支障	-107
8	その他施設等の被害	-109
	(1) 石油コンビナート地区被害	-109
	(2) 孤立集落の発生	-110
	(3) 重要施設	-111
	(4) ため池	-114
	(5) 災害廃棄物発生	-116
	(6) 道路閉塞	-117
9	経済被害	-118
	(1) 建物倒壊等による資産への直接被害額の推計 (住宅及び非住宅)	-119
	(2) 建物倒壊等による資産への直接被害額の推計 (家財被害)	-120
	(3) 建物倒壊等による資産への直接被害額の推計 (製造業の機械・設備 等被害)	-121
	(4) 建物倒壊等による資産への直接被害額の推計 (在庫資産被害) ..	-122
	(5) 建物倒壊等による資産への直接被害額の推計 (災害廃棄物等の除 去・処理費)	-122

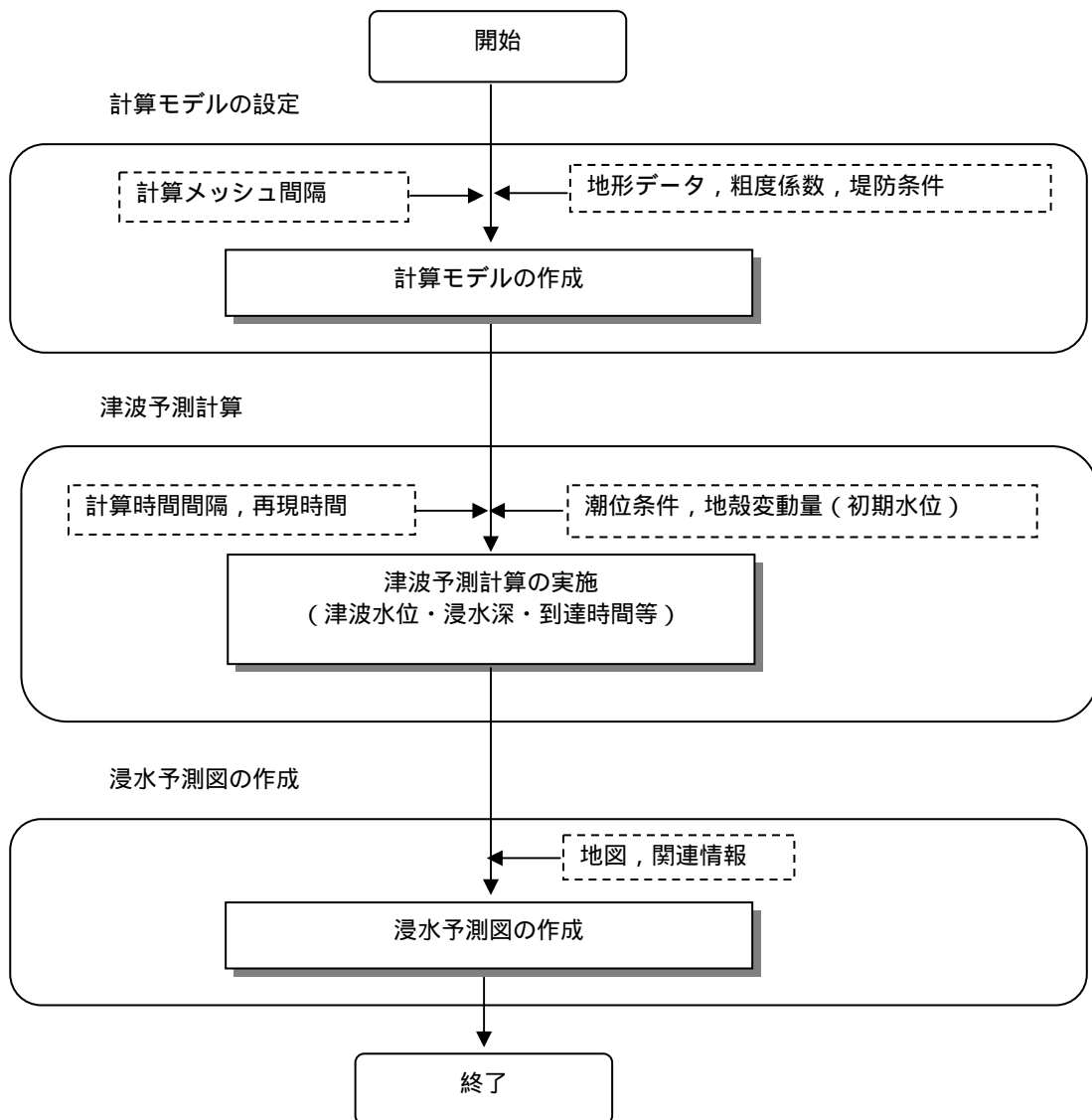
1 津波

(1) 計算手法と計算モデル

手順

計算モデルに地震による地殻変動によって生じる海面の初期水位分布を初期条件として与えて津波予測計算を行う。また、予測結果に基づき浸水予測図を作成する。

津波シミュレーションの流れ



計算方法

海底での摩擦及び移流を考慮した非線形長波理論(浅水理論)により計算を行う。
津波伝播の計算は、差分法により数値的に行うとともに初期条件として与えて津波予測計算を行う。

【連続式】

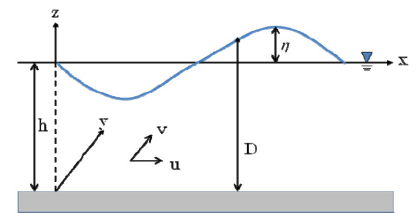
$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0$$

【運動方程式】

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{MN}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gn^2}{D^{7/3}} M \sqrt{M^2 + N^2} = 0$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{MN}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{N^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{gn^2}{D^{7/3}} N \sqrt{M^2 + N^2} = 0$$

$$M = u(h + \eta) = uD, \quad N = v(h + \eta) = vD$$



標系

η : 静水面からの水位変化量, D : 水底から水面までの全水深,

n : マニングの粗度係数, M 及び N : X 及び Y 方向の全流量フラックス

地形データ

ア 海域の地形データ

海域地形は、下記資料により作成されたモデル検討会提供データを用いた。

海域および湖沼の地形メッシュデータの作成に用いた資料¹⁾

対象範囲	データ名	作成・整備機関	デジタル化の方法	データ属性(基準)
海域	海図(港泊図) [縮尺 1/3,000 ~ 1/15,000]	海上保安庁	図面の海底面標高の点データを読み取り。	Z0 (最低水面)
	海底地形デジタルデータ (等水深線) M7000 シリーズ, M5000 シリーズ [縮尺 1/50,000 相当]	(財)日本水路境界	標高のラインデータを点データに変換。	Z0 (最低水面)
	JTOP030(日本近海 30 秒グリッド水深データ) [約 1km × 1km グリッド]	(財)日本水路境界	DEM データとして提供されている。	
湖沼	湖沼図(浜名湖, 逆浦, 湫沼) [縮尺 1/10,000]	国土地理院	図面の標高のラインデータをデジタル化して点データに変換。	T.P. (東京湾平均海面)

JTOP030: 品質管理済みの測量データや水深データセット, および等深線図の数値化データを基に, 精度の高いデータを優先して統合編集した日本周辺海域における緯度経度 30 秒グリッドの水深データファイル。基データが存在しない海域には近傍の水深データから補間した推定値を収録。

DEM データ: 数値標高モデル(Digital Elevation Model)。地形のデジタル表現であり, ビットマップ画像(正方形が集まった講師)や TIN で表現。

¹⁾ 南海トラフの巨大地震モデル検討会(第二次報告)津波断層モデル編、地形メッシュデータの作成方法について、平成 24 年 8 月 29 日

イ 陸域の地形データ

陸域の地形データは、モデル検討会から公開されたデータを基本とし、国土地理院より 2013 年 3 月 18 日に公開された数値標高モデル(一部地域のみ)を追加反映した。

1 級河川については最新の縦横断測量結果を基に地形データを作成し、2 級河川および海岸については河川台帳，周防高潮台帳，海岸施設台帳，高潮浸水想定時の縦横断，現地測量等を基に地形データを見直した。

河床高は河口幅に応じて下表に示すように設定した。

ウ 河床高の設定方法

河床高の設定方法

河口幅	設定方法
河口幅 50m 以上	最新の縦横断測量結果，河川台帳，高潮浸水想定時の縦横断図等を基にデータを作成。
河口幅 30m ~ 50m 未満	一律，周辺地盤高 - 3m

初期水位条件

ア 初期潮位

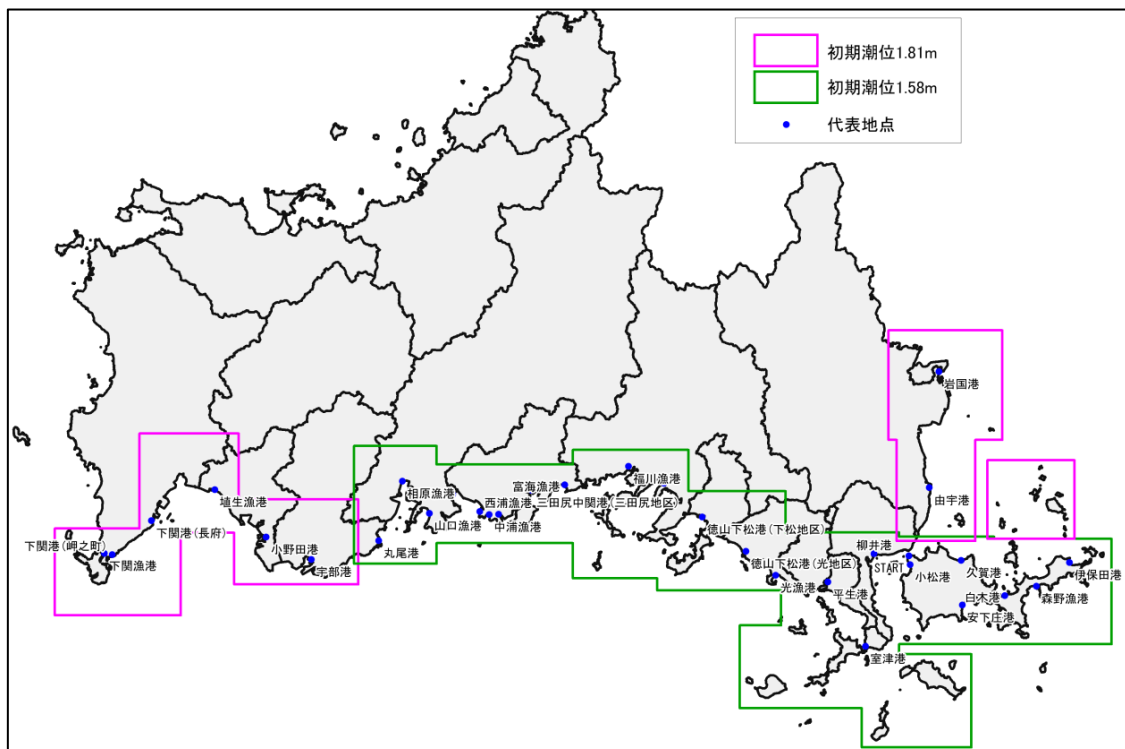
津波浸水シミュレーションにおける潮位は朔望平均満潮位とする。初期潮位は、山口県の海岸保全施設等の設計に用いる朔望平均満潮位（16エリア区分）を基に同程度の潮位となる潮位条件エリア区分を設定し、区分の最大となる潮位として設定した。

以下に初期潮位，潮位条件エリア区分を示す。

初期潮位のエリア区分

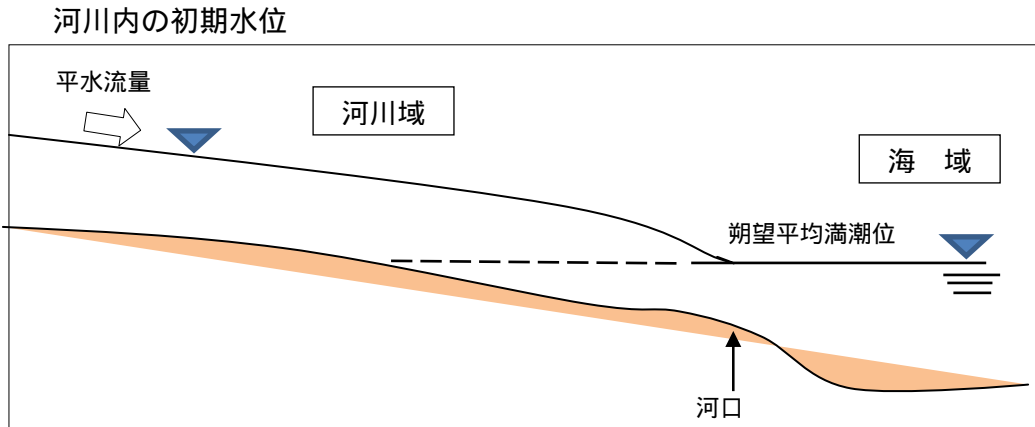
No.	標準港	朔望平均満潮位 (T.P.+ m)	設計潮位エリア区分					潮位条件エリア区分
			1	2	3	4	5	設定潮位
	岩国	1.80	1.80	1.75	1.71			1.81
	久賀	1.48	1.48					1.58
	安下庄	1.44	1.44	1.47				
	徳山	1.49	1.49	1.52	1.46	1.40	1.50	
	三田尻	1.54	1.54	1.58				
	宇部	1.75	1.75					1.81
	小野田	1.78	1.78					
	長府	1.81	1.81					

初期潮位エリア区分



イ 河川内の初期水位

河川内の水位については、朔望平均満潮位を河口付近における出発水位として、河川平水流量（185日/365日）から不定流計算によって求められた水位を初期水位として設定する。



ウ 地盤変動量

地殻変動については、安全側の観点から内閣府の設定と同じく、陸域の沈降の効果は考慮し、陸域の隆起の効果は考慮しないものとした。

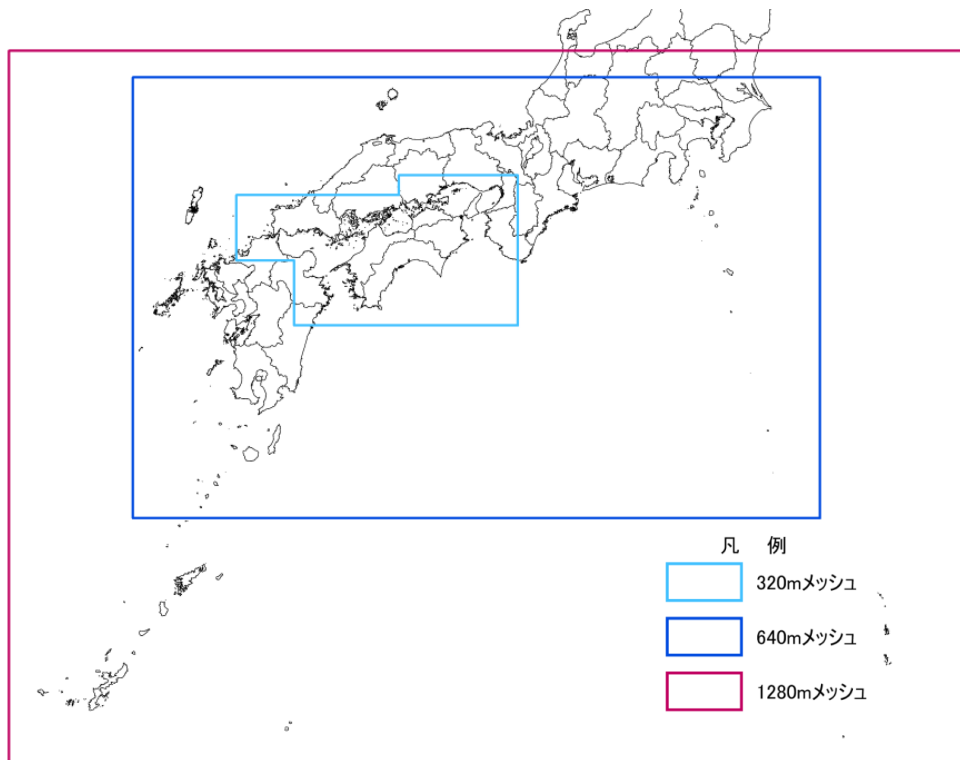
工 計算領域及び計算格子間隔

計算および計算格子間隔は次の通り設定した。

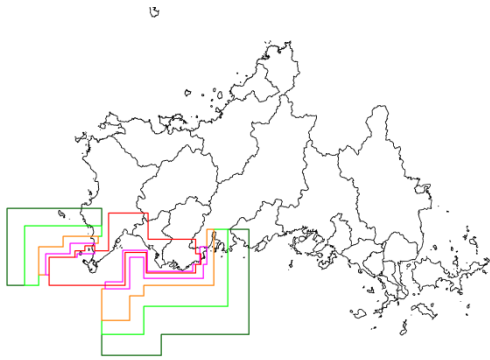
計算領域と計算格子間隔

計算領域	計算格子間隔
外洋	1,280m
	640m
	320m
	160m
	80m
陸域	40m
	20m
	10m

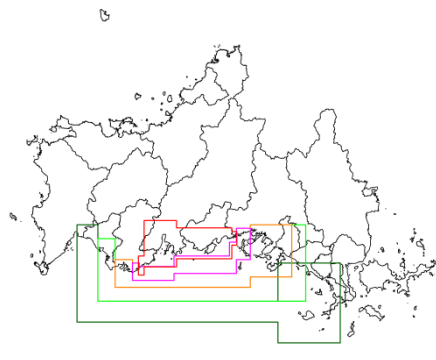
広域の計算領域 (320m ~ 1280m)



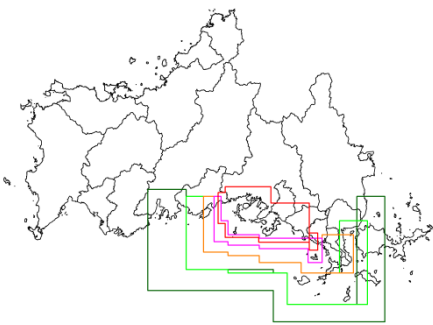
沿岸の計算領域 (10m ~ 160m)



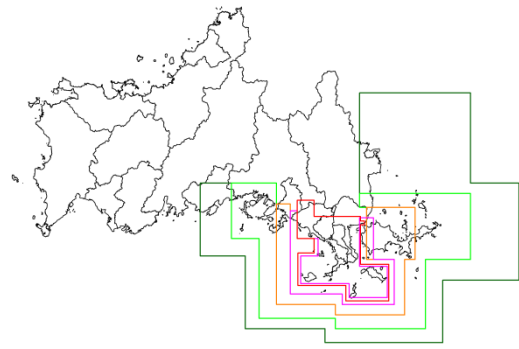
沿岸 1 (潮位 T.P.+1.81m)



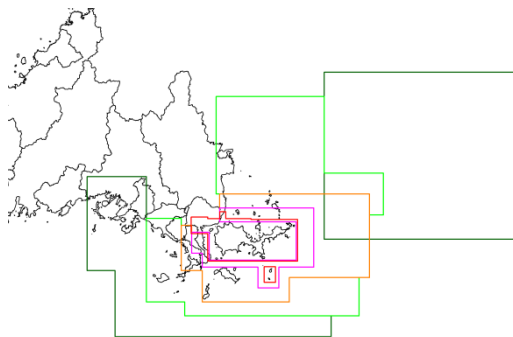
沿岸 2 (潮位 T.P.+1.58m)



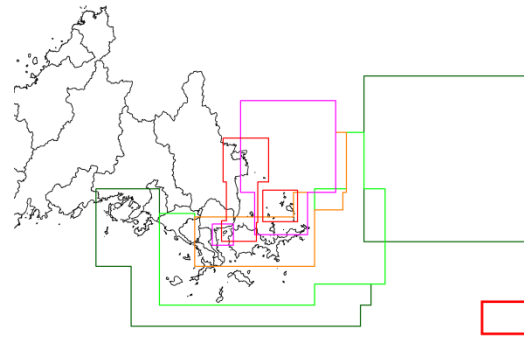
沿岸 3 (潮位 T.P.+ 1.58m)



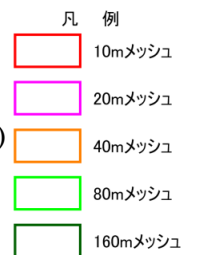
沿岸 4 (潮位 T.P.+1.58m)



沿岸 5 (潮位 T.P.+ 1.58m)



沿岸 6 (潮位 T.P.+1.81m)



オ 再現時間及び計算時間間隔

津波は第一波の被害が最大となるとは限らず、津波の初期水位や沿岸での挙動によっては、第二波以降に浸水の区域や水深が最大になることも考えられるため、津波による最大浸水範囲、最大浸水深が計算できるよう再現時間を12時間とした。

また、計算時間間隔は、計算格子間隔に対する計算の安定性等を考慮するために CFL 条件を満たすように 0.15 秒とした。

(2) 計算条件

粗度データ

津波が沿岸域に到達し、陸域に遡上する場合には、海底や地面による抵抗が無視できなくなるため、津波浸水シミュレーションにおいて粗度係数を考慮する。陸域は土地利用状況に応じて下表により粗度係数を設定した。また、瀬戸内海の粗度データはモデル検討会の公開データを用いた。

粗度係数の設定（瀬戸内海）

土地利用	粗度係数($m^{-1/3} \cdot s$)
住宅地（高密度）	0.08
住宅地（中密度）	0.06
住宅地（低密度）	0.04
工場地等	0.04
農地	0.02
林地	0.03
水域	0.025
その他（空地，緑地）	0.025

堤防データ

河川台帳，周防高潮台帳，海岸施設台帳，高潮浸水想定時の縦横断，現地測量等を基に堤防データを作成した。瀬戸内海においてデータが不足する地域については内閣府のデータを用いて補完した。

各種施設の条件設定

各種施設の条件の設定については、最大クラスの津波が、悪条件下において発生し浸水が生じることを前提に、地震や津波による各種施設の被災を考慮して、津波浸水シミュレーションにおける条件設定を行う。

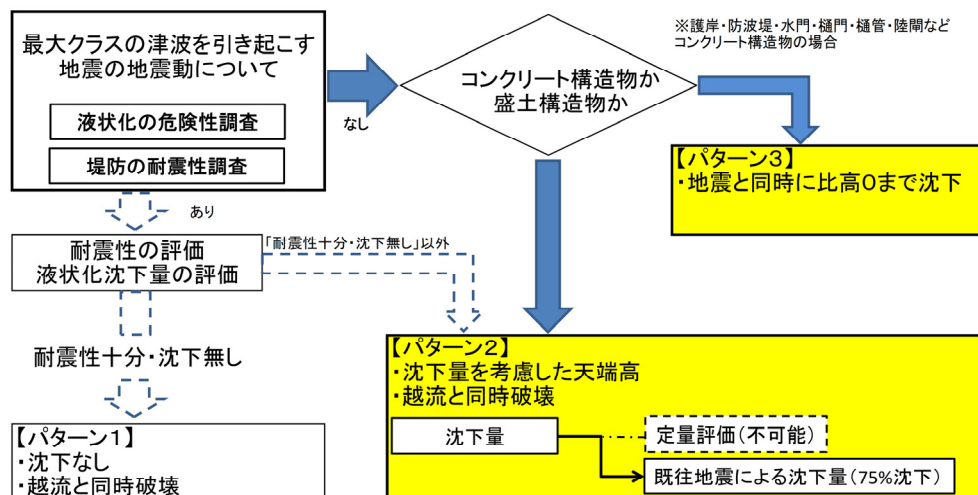
- ・国土交通省の「津波浸水想定の設定の手引き」では、最大クラスの津波を引き起こす地震の地震動についての液状化危険性及び堤防の耐震性の調査が実施されていない施設については、地震により破壊されるとの考え方を採用することとされている。
- ・本県では、現時点においてこれらの耐震性の調査が未実施であり、耐震性について保証できる堤防等が確認されていない。したがって、堤防は地震により破壊されるとの考え方を採用する
- ・ただし、参考に県内において過去に発生した地震による海岸保全施設，港湾施設等の被害状況について整理を行うと、震度5で被害が発生し、震度4についても一部で被害が生じている箇所を有していた。したがって、この被害実績を踏まえると実際には震度4以上の地域にある各種施設が地震の影響を受けている。しかし、本検討では、すべての地域の各種施設について、「地震・津波による施設の破壊を考慮」した検討を実施する。

地震・津波に対する各種施設の破壊条件の考え方(1)

地震・津波による施設の破壊を考慮	
地震による破壊	各種施設は地震発生直後（津波来襲前）に、 > パラペット等の全高が消失する。 ¹ > 土堤，水門，樋門の 75%が沈下する。 ² > 大規模な水門 ³ については，100%の機能消失とする。
津波による破壊	越流時点で > 堤防，水門，樋門等の 100%が消失する。 ⁴

- 1 パラペット等とは，10m メッシュデータで表現できない幅の狭い構造物を示す。
- 2 パラペット等を除く土堤部分の 75%が沈下するものとする。水門，樋門についても，隣接堤防と同等の沈下が生じるものとする。
- 3 10m メッシュデータで表現できる程度の大規模な水門については，100%の機能消失とする。
- 4 パラペット等を含め，堤防の 100%が消失するものとする。水門，樋門についても同様とする。

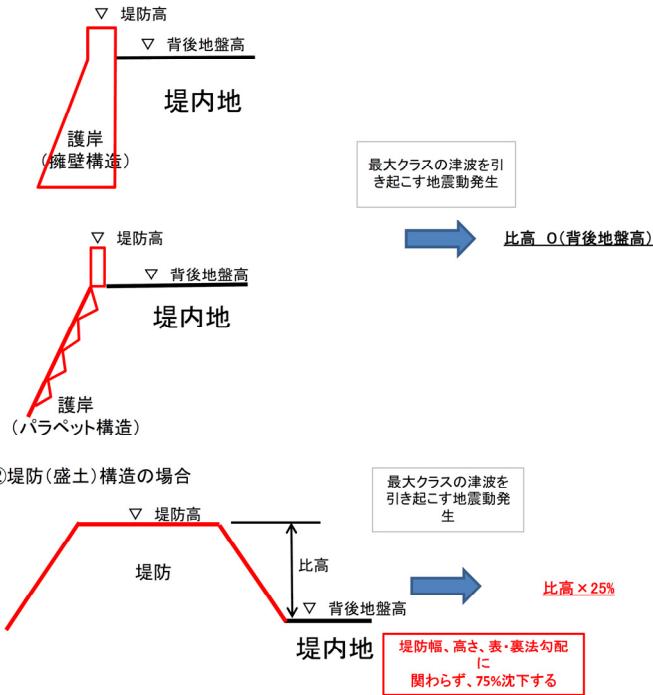
地震及び津波に対する各種施設の条件設定の考え方(2)²⁾



2) 「津波浸水想定の設定の手引き Ver.2.00，平成 24 年 10 月，国土交通省水管理・国土保全局海岸室，国土交通省国土技術政策総合研究省河川研究部海岸研究室」に加筆

地震及び津波に対する各種施設の条件設定の考え方(3)

①護岸構造(パラペット構造含む)の場合



水門・陸閘等の開閉について

水門・陸閘等については、開放状態として取り扱うものとする。

検討対象河川(河床地形を考慮する河川)

河川内を遡上する津波の挙動の取り扱いについては、「津波の河川遡上解析の手引き(案)」を踏まえ津波浸水シミュレーションを実施する。

対象とする河川については、上記手引き(案)及び「南海トラフの巨大地震モデル検討会」の計算条件を踏まえ河口幅 30m 以上の河川とし、このうち平水流量時の水深が 10cm 以上となる 13 河川を「河川遡上を考慮する河川」として津波解析に組み込むものとした。

河川遡上を考慮する河川(瀬戸内側)

河川の等級	水系名	河川名	河川の等級	水系名	河川名
1 級河川	小瀬川水系	小瀬川	2 級河川	南若川水系	南若川
	佐波川水系	佐波川		榎野川水系	榎野川
2 級河川	錦川水系	錦川(今津川)		厚東川水系	厚東川
	田布施川水系	田布施川		有帆川水系	有帆川
	島田川水系	島田川		厚狭川水系	厚狭川
	富田川水系	富田川		木屋川水系	木屋川
	夜市川水系	夜市川			

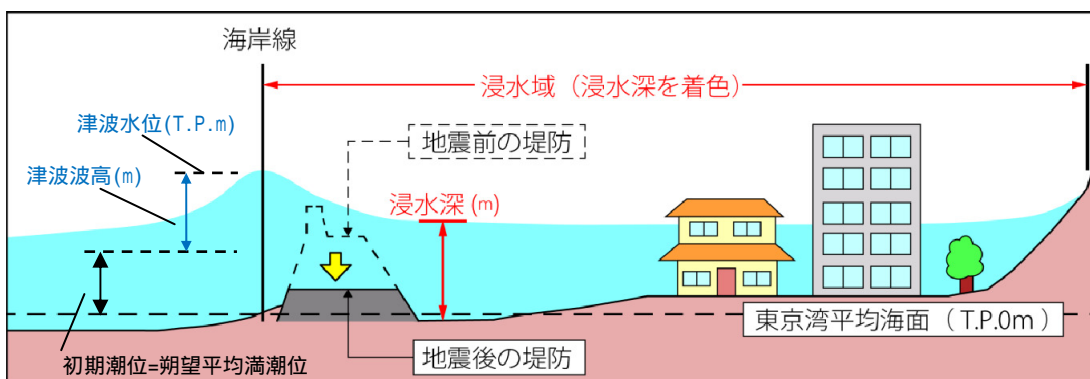
(3) 計算結果

瀬戸内海沿岸の主要な港湾・漁港等を代表地点として定め、代表地点において最高津波水位、最高津波水位到達時間、海面変動影響開始時間を整理し、浸水面積は市町単位で整理した。

数値の表示については、津波水位を標高で表示し、小数点以下第2位を切り上げた。また、到達時間及び海面変動影響開始時間は小数点以下第1位を切り捨て、浸水面積は小数点以下第1位を四捨五入した。

最大クラスの津波による浸水深を重ね合わせ、地図や関連情報を加えた瀬戸内海沿岸の津波浸水想定図を作成した。

津波水位の定義（山口県）



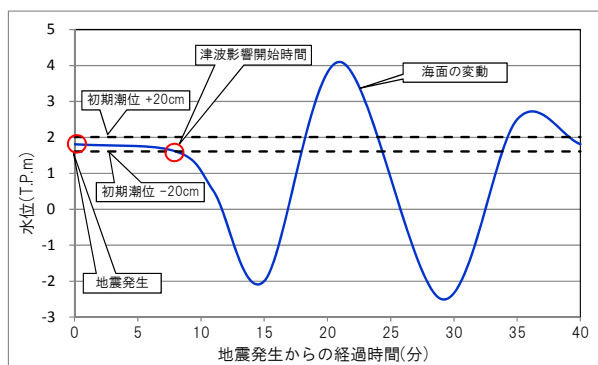
津波水位は地盤沈降量を考慮した値

<用語の解説>

- ・浸水域
海岸線から陸域に津波が遡上することが想定される区域。
- ・浸水深
陸上の各地点で水面が最も高い位置にきたときの地面から水面までの高さで、次の凡例で表示。
- ・最高津波水位
主要な港湾・漁港の海岸線から沖合約30m地点における津波水位の最大値(標高で表示)。なお、気象庁が発表する津波の高さは、平常潮位(津波が無かった場合の同じ時刻の潮位)からの高さで、最高津波水位とは基準が異なる。
- ・海面変動影響開始時間について
地震後の海面に±20cm(海辺にいる人の人命に影響が出る恐れのある水位変化)の変動が生じるまでの時間。

浸水深	
■	5.0m 以上
■	4.0m 以上 5.0m 未満
■	3.0m 以上 4.0m 未満
■	2.0m 以上 3.0m 未満
■	1.0m 以上 2.0m 未満
■	0.3m 以上 1.0m 未満
■	0.01m 以上 0.3m 未満

海面変動影響開始時間の説明



標高は東京湾平均海面からの高さ(単位:T.P.+m)

2 地震動・地盤被害

(1) 地盤モデルの設定

地盤モデルは、地表から工学的基盤までの「表層地盤モデル」と、工学的基盤から地震基盤までの「深層地盤モデル」に区分される。このうち、「表層地盤モデル」は、下図の設定フローに示すように、前回収集してデータベース化したボーリングデータと今回追加収集したボーリングデータから設定する。

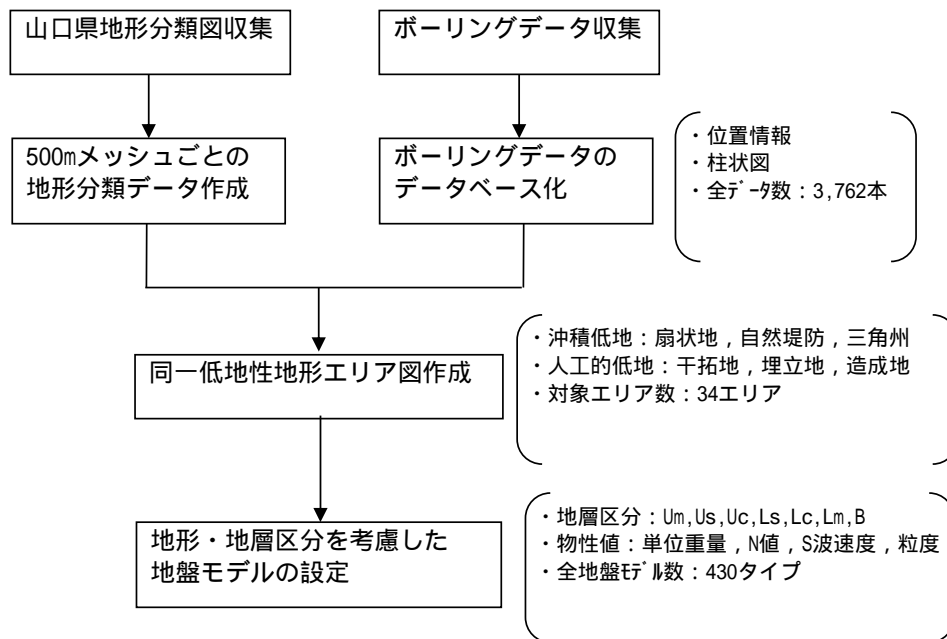
地震動、液状化の想定に必要な浅部地盤モデルは、前回の被害想定において県内の市町と県が所有するボーリングデータを収集し、利用可能な3,762本をデータベース化し、地形分類図と地質断面図をもとに431種類作成した。今回、地形分類を500mから250mのメッシュに分割し、さらに収集した317本の追加ボーリングデータをもとにメッシュごとの浅部地盤モデルを見直した。

市町ごとのボーリング本数を次頁に、ボーリング位置を資料編に示す。

一方、「深層地盤モデル」は、地震調査研究推進本部の地震調査委員会により「長周期地震動予測地図2012年試作版」¹⁾において公表された「全国1次地下構造モデル(暫定版)」を深部地盤モデルとする。

「表層地盤モデル」は、250mメッシュ毎に設定した(山口県内95,527メッシュ)。ただし、250mメッシュ毎に個別に設定するのではなく、下図に示すように地域-地形分類毎にグルーピングした431種類の地盤モデルを各250mメッシュに割り当てる。

「表層地盤モデル」の設定フロー



1) 地震調査研究推進本部 地震調査委員会：「長周期地震動予測地図」2012年試作版-南海地震(昭和型)の検討-，平成24年(2012年)1月

データベース化したボーリング本数

市町	市町記号	ボーリング本数				地盤モデル用 代表ボーリング
		山口県地盤図	市町	県	小計	
下関市	SI	238	134	11	383	77
宇部市	UB	117	208	15	340	18
山口市	YM	43	35		78	19
萩市	HG	51	70	31	152	31
防府市	HO	221	59		280	21
岩国市	IW	230	80	5	315	49
光市	HK	201	42		243	26
長門市	NA	39	36		75	26
柳井市	YN	27	69	8	104	32
美祿市	MI	2	3	8	13	4
周南市(下松市を含む)	SN	905	135	14	1054	53
山陽小野田市	SA	21	55		76	19
周防大島町	SU	0	9	8	17	11
和木町	WG	266	2		268	5
上関町	KM	0	12		12	3
田布施町	TB	0	35		35	
平生町	HR	0	13		13	
美東町(美祿市に含まれる)	MT	0	23		23	6
秋芳町(美祿市に含まれる)	SH	0			0	
阿武町	AB	1	15		16	7
阿東町(山口市に含まれる)	AT	0	10		10	5
小郡(山口市に含まれる)	OG	163			163	17
県全体				92	92	2
合計		2525	1045	192	3762	431

ア 地形分類

- 山口県の地形分類図をもとに、下表に示すように地形分類を各 500m メッシュに割り当てる。

地形分類毎のメッシュ数

No	地形分類	メッシュ数	構成比(%)
1	山地・山麓・丘陵地	18,464	74.9
2	台地・段丘	1,133	4.6
3	扇状地・谷底平野・氾濫原	3,368	13.7
4	自然堤防・砂州・河原・浜	390	1.6
5	三角州・海岸平野	397	1.6
6	埋立地・干拓地	820	3.3
7	人工改変地	94	0.4
	合計	24,666	100

- 割り当てた地形分類図を用いて、対象エリアのボーリングを地形毎に分類する。対象エリアは、沖積低地（扇状地性低地と三角州性低地）、人工的低地（干拓地、埋立地、造成地）などの同一低地地形が連続する 34 エリア を想定する。

イ 地層区分

- 対象エリアの同一地形内に複数のボーリングがある場合には、地層断面図を作成し、各地層の層厚変化を把握する。このとき、最低でも山口県地盤図に示される代表断面については地層断面図を作成する。
- 物性値は、地域 - 地形 - 地層毎（Um,Us,Uc,Ls,Lc,Lm,B）に設定する。
- ボーリングの地層区分（Um,Us,Uc,Ls,Lc,Lm,B）は、主に同一地形に存在する山口県地盤図のボーリングで区分されたものを参考とする。
- 地層毎の層厚は 0.5m ピッチで設定する。

- ・同一地形でも，地層構成，平均 N 値が同等と考えられない区域は，別グループとする。
- ・作成した地盤モデルは，500m メッシュの地形データに応じてメッシュに振り分ける。

地形分類毎の地盤モデル数

No	地形分類	メッシュ数	構成比(%)
1	山地・山麓・丘陵地	1	0.2
2	台地・段丘	2	0.5
3	扇状地・谷底平野・氾濫原	218	50.6
4	自然堤防・砂州・河原・浜	44	10.2
5	三角州・海岸平野	79	18.3
6	埋立地・干拓地	76	17.6
7	人工改変地	11	2.6
	合計	431	100

ウ 単位体積重量

- ・道路橋示方書の土質分類に応じた一般値を用いる。

エ N 値

- ・代表的なボーリングデータから，各層毎の平均値を設定する。
- ・平均 N 値を算出する際に，部分的に礫当りし，同一地層内でも N 値が大きく異なる場合には，平均 N 値算出の際には考慮しない。
- ・平均 N 値は切り捨てにより整数化する。

オ S 波速度

- ・Lm，B 層以外は，道路橋示方書の N 値 - Vs 関係式により推定する。
- ・Lm，B 層の Vs は Lm : Vs=450m/s B : Vs=600m/s とする。

カ 工学的基盤

- ・工学的基盤は，Lm または B 層とする。

キ 粒度

- ・扇状地，自然堤防，三角州・旧河道，埋立地，人工改変地を液状化判定対象地形とし，この地形に含まれる地盤モデルについては地域，地層，FC 及び D50（地層毎）を設定する。
- ・FC 及び D50 は，土質分類による道路橋示方書の一般値を設定する。

ク 地下水位

- ・地下水位は代表ボーリングの孔内水位を参考に設定する。

ケ ひずみ依存曲線

- ・地盤応答計算プログラムは FDEL を用いるものとし，土質分類に応じた基準化ひずみの一般値を用いた H-D モデルとする。なお，地層毎の土質分類は以下のとおりとする。

Um , Us , Ls : 砂質土
 Uc , Lc : 粘性土 (シルト)
 Lm : 砂礫
 B : 岩盤

コ 地盤モデル番号

- ・「市町記号 + 地形番号 + 通し番」により地盤モデル番号を表現する。
- ・市町は半角ローマ字 2 文字で表すものとし，下表に従う。
- ・地形は，1~9 の数字で表すものとし，下表に従う。

市町記号の付け方

市町	市町記号
下関市	SI
宇部市	UB
山口市	YM
萩市	HG
防府市	HO
岩国市	IW
光市	HK
長門市	NA
柳井市	YN
美祢市	MI
周南市(下松市を含む)	SN
山陽小野田市	SA
周防大島町	SU
和木町	WG
上関町	KM
田布施町	TB
平生町	HR
美東町(美祢市に含まれる)	MT
秋芳町(美祢市に含まれる)	SH
阿武町	AB
阿東町(山口市に含まれる)	AT
小郡(山口市に含まれる)	OG

地形記号の付け方

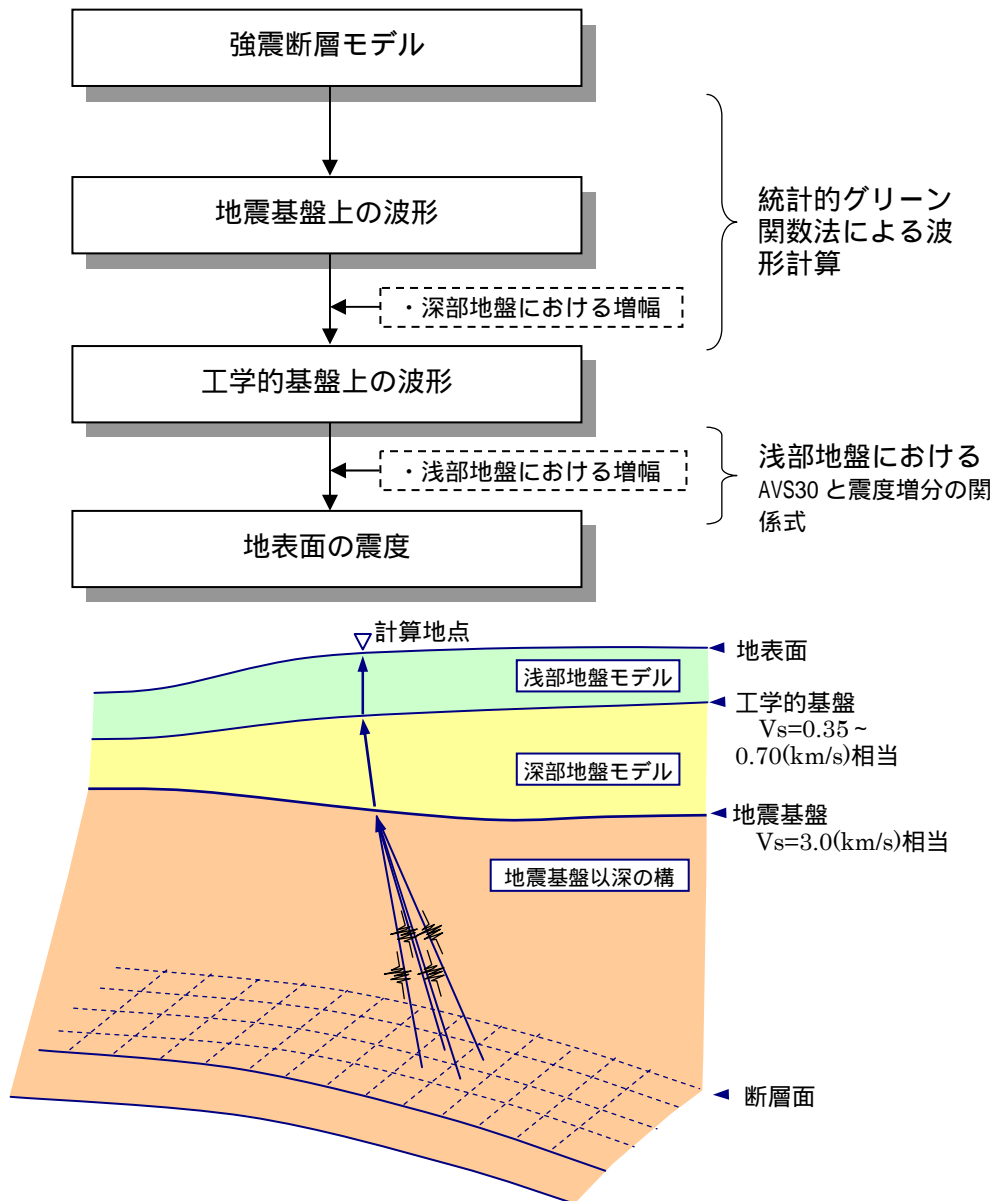
地形分類	地形番号
山地・山麓・丘陵地	1
台地・段丘	2
扇状地・谷底平野・氾濫原	3
自然堤防・砂州・河原・浜	4
三角州・海岸平野	7
埋立地・干拓地	8
人工改変地	9

(2) 地震動

想定地震の諸元，地盤条件等に基づきメッシュごとの震度を想定する。

山口県全域の工学的基盤上の波形を統計的グリーン関数法により作成し，地表の震度は，「南海トラフの巨大地震モデル検討会（以後，モデル検討会と呼ぶ）」と同じ方法¹⁾である工学的基盤における震度に浅部地盤で増幅される震度の増分を加えて算出する。そのためには，強震断層モデル，深部地盤モデルおよび浅部地盤モデルを作成し，下図に示す手順により震度分布を推定する。

地震動伝播の概念図



¹⁾ 内閣府：南海トラフの巨大地震モデル検討会（第二次報告），強震断層モデル編-強震断層モデルと震度分布について-，ホームページ，平成24年8月29日発表

強震断層モデルの設定

想定する強震断層モデルの位置を下図に示す。なお、強震断層モデルは、津波断層モデルと比べ断層位置と長さは一致するが、その他のパラメータは異なる場合がある。

想定強震断層の位置



「モデル検討会」では、震度の推定法¹⁾として下表に示す統計的グリーン関数法と経験的手法（距離減衰式）を用いる5ケースの強震断層モデルを設定している。

強震断層モデル（南海トラフの巨大地震）¹⁾

強震断層モデル		モデル設定の考え方
統計的 グリーン 関数法	基本ケース	中央防災会議による東海地震，東南海・南海地震の検討結果を参考に設定したもの
	東側ケース	基本ケースの強震動生成域を，やや東側の場所に設定したもの
	西側ケース	基本ケースの強震動生成域を，やや西側の場所に設定したもの
	陸側ケース	基本ケースの強震動生成域を，可能性のある範囲で最も陸域側の場所に設定したもの
経験的手法（距離減衰式）		震源からの距離に従い地震の揺れの強さがどの程度減衰するかを経験的に示す推定手法

¹⁾ 内閣府：南海トラフの巨大地震モデル検討会（第二次報告），強震断層モデル編-強震断層モデルと震度分布について，ホームページ，平成24年8月29日発表

「モデル検討会」による県内の市町における震度の推定結果¹⁾を下表に示す。下松市，周南市，山陽小野田市では「経験的方法」が最大震度となっているが，その他の市町は「統計的グリーン関数法の陸側ケース」が最大震度となる。今回はこの結果を参考に，「統計的グリーン関数法の陸側ケース」を強震断層モデルに設定する。

南海トラフの巨大地震モデル検討会による震度の推定結果¹⁾

市町	基本ケース	陸側ケース	東側ケース	西側ケース	経験的手法	最大震度
下関市	5弱	5弱	4	5弱	5弱	5弱
宇部市	5弱	5強	5弱	5弱	5強	5強
山口市	5弱	5強	5弱	5弱	5強	5強
萩市	4	5弱	4	5弱	5弱	5弱
防府市	5弱	5強	5弱	5弱	5強	5強
下松市	5弱	5強	5弱	5強	6弱	6弱
岩国市	5強	6強	5強	5強	6弱	6強
光市	5強	6弱	5強	5強	6弱	6弱
長門市	4	5弱	4	4	5弱	5弱
柳井市	5強	6弱	5強	5強	6弱	6弱
美祢市	4	5弱	4	4	5弱	5弱
周南市	5弱	5強	5弱	5強	6弱	6弱
山陽小野田市	4	5弱	5弱	4	5強	5強
周防大島町	5強	6弱	5強	5強	6弱	6弱
和木町	5強	6弱	5強	5強	6弱	6弱
上関町	5強	6弱	5強	5強	6弱	6弱
田布施町	5強	6弱	5強	5強	6弱	6弱
平生町	5強	6弱	5強	5強	6弱	6弱
阿武町	5弱	5強	4	5弱	5弱	5強

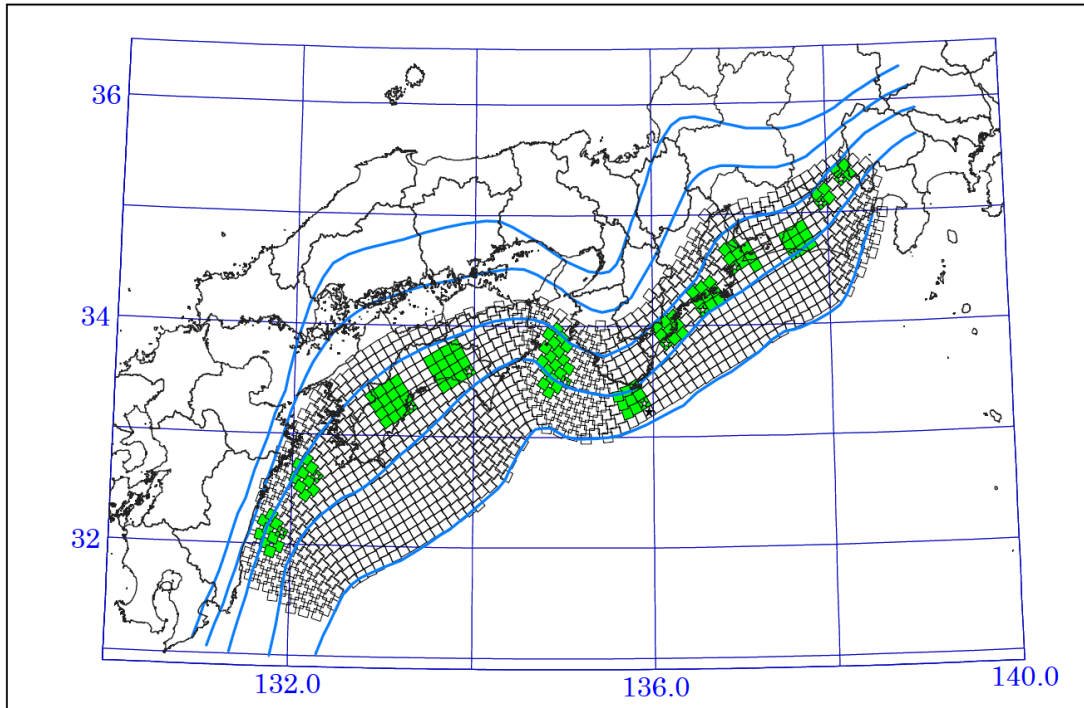
「統計的グリーン関数法の陸側ケース」の断層パラメータと断層モデル図を下表と下図に示す。

断層パラメータ（南海トラフの巨大地震の強震断層モデル）¹⁾

全体	面積(km ²)	110,150			
	平均応力降下量(MPa)	2.3			
	平均すべり量(m)	7.6			
	地震モーメント(Nm)	3.4E+22			
	Mw	9.0			
各セグメント	セグメント名	日向灘域	南海域	東海域	駿河湾域
	面積(km ²)	19,053	53,790	29,419	7,888
	平均応力降下量(MPa)	4	4	4	4
	平均すべり量(m)	5.5	9.3	6.9	3.6
	地震モーメント(Nm)	4.3E+21	2.0E+22	8.3E+21	1.2E+21
	Mw	8.4	8.8	8.5	8.0
強震動生成域 SMGA	面積(km ²)	2,112	6,130	3,714	836
	面積比	11%	11%	13%	11%
	平均すべり量(m)	11.1	18.6	13.7	7.1
	地震モーメント(Nm)	9.573E+20	4.7E+21	2.1E+21	2.4E+20
	Mw	7.9	8.4	8.1	7.5
	応力パラメータ	24.0	23.7	22.5	24.6
強震動生成域 SMGA①	面積(km ²)	1,028	1,960	922	419
	応力パラメータ (MPa)	34.0	46.3	45.0	34.8
	平均すべり量(m)	10.9	20.5	13.7	7.1
	地震モーメント(Nm)	4.6E+20	1.7E+21	5.2E+20	1.2E+20
	Mw	7.7	8.1	7.7	7.3
強震動生成域 SMGA②	面積(km ²)	1,084	1,624	914	417
	応力パラメータ(MPa)	34.0	46.3	45.0	34.8
	平均すべり量(m)	11.2	18.7	13.6	7.1
	地震モーメント(Nm)	5.0E+20	1.2E+21	5.1E+20	1.2E+20
	Mw	7.7	8.0	7.7	7.3
強震動生成域 SMGA③	面積(km ²)		1,614	936	
	応力パラメータ (MPa)		46.3	45.0	
	平均すべり量(m)		18.6	13.8	
	地震モーメント(Nm)		1.2E+21	5.3E+20	
	Mw		8.0	7.7	
強震動生成域 SMGA④	面積(km ²)		932	942	
	応力パラメータ (MPa)		46.3	45.0	
	平均すべり量(m)		14.2	13.8	
	地震モーメント(Nm)		5.4E+20	5.3E+20	
	Mw		7.8	7.8	
背景領域	面積(km ²)	16,941	47,660	25,705	7,052
	応力パラメータ (MPa)	3.7	3.7	3.7	3.7
	平均すべり量(m)	4.8	8.1	5.9	3.1
	地震モーメント(Nm)	3.4E+21	1.6E+22	6.2E+21	9.1E+20
	Mw	8.3	8.7	8.5	7.9
その他	破壊伝播速度(km/s)	2.7	2.7	2.7	2.7
	fmax(Hz)	6	6	6	6
	剛性率(Nm ²)	4.1E+10	4.1E+10	4.1E+10	4.1E+10

¹⁾ 内閣府：南海トラフの巨大地震モデル検討会において検討された強震断層モデル，津波断層モデルに係るデータ提供について，平成 24 年 10 月 2 日

断層モデル図（南海トラフの巨大地震）¹⁾



工学的基盤の地震動波形作成

南海トラフの巨大地震については、「モデル検討会」が統計的グリーン関数法によって工学的基盤の地震動波形を作成しており、その結果を用いるものとする。

地表における震度の推定

地表の震度は、山口県全域の 250m メッシュの工学的基盤の加速度波形から震度を求め、浅部地盤で増幅される震度の増分を加えて算出する。この震度増分は、地盤の非線形性により、震度が大きくなると震度増分が小さくなる。「モデル検討会」では、横田・他（2005）²⁾による数値計算により非線形性を加味した AVS30（地表から地下 30m までの平均 S 波速度）と震度増分の関係式を用いている¹⁾。したがって、今回作成した浅部地盤モデルから AVS30 を求め、この関係式を用いて地表における震度を推定する。

1) 内閣府：南海トラフの巨大地震モデル検討会(第二次報告)，強震断層モデル編-強震断層モデルと震度分布について，ホームページ，平成 24 年 8 月 29 日発表

2) 横田崇・稲垣賢亮・増田徹(2005):数値実験による地盤特性と増幅率の関係，日本地震学会講演予稿集(2005 年度秋季大会)，b064,86

(3) 液状化

前回の被害想定では、中央防災会議の「東南海・南海地震等に関する専門調査会」の方法¹⁾を参考に、平成14年度版の道路橋示方書・同解説(耐震設計編)²⁾を基本として、地震時せん断応力比Lの評価は、安田ら(1993)³⁾の手法によりSI値から算出していた。

これに対し、「モデル検討会」の手法⁴⁾は、次の点が異なる。

- ・液状化強度の設定法は、東京低地における沖積砂質土の特性を考慮した方法を採用
- ・地震時せん断応力比Lの評価は、地表の震度から最大加速度を求め算出
- ・液状化に伴う地盤の沈下量を算出

液状化強度の設定法は、東京低地における特性を想定しており山口県の地盤特性とは異なる。しかし、液状化強度の設定法の妥当性を検討するため、両手法により計算を実施し、埋立地等の液状化危険度が過大評価とならない計算値を採用する。

ただし、地震時せん断応力比Lの評価は、地表の震度から最大加速度を求める方法に変更し、液状化に伴う地盤の沈下量も算出する。

さらに、東日本大震災における液状化被害の特徴を考慮し、地震波形の継続時間が長い場合の液状化強度の設定について、「東日本大震災千葉県調査検討専門委員会(平成24年4月25日委員会資料)」⁵⁾を参考に、波形の継続時間による補正係数 C_w を、南海トラフの巨大地震の場合には $C_w=1.0$ から $C_w=0.8$ に低減する。

以下に、変更した液状化の判定手法を示す。

液状化の判定手法

液状化に対する抵抗率 F_L を下式により求め、この値が1.0以下の土層については液状化の可能性のあるものとする。

$$F_L = R/L$$

ここに、 F_L : 液状化に対する抵抗率

R : 動的せん断強度比

L : 地震時せん断応力比

1) 中央防災会議：東南海・南海地震等に関する専門調査会(第16回)参考資料2,平成15年12月16日

2) 社団法人日本道路協会：道路橋示方書・同解説 耐震設計編,平成14年3月

3) 安田進,吉川洋一,牛島和子,石川利明：SI値を用いた液状化予測手法,第28回土質工学研究発表会,1993

4) 内閣府：南海トラフの巨大地震モデル検討会(第二次報告),強震断層モデル編(別添資料)-液状化可能性,沈下量について,ホームページ,平成24年8月29日発表

5) 千葉県：東日本大震災千葉県調査検討専門委員会(第6回),ホームページ,平成24年6月12日

液状化強度の求め方

動的せん断強度比 R は、下式により求める。

$$R = c_w R_L$$

ここに、 C_w : 地震動特性による補正係数で、タイプ (プレート境界型の大規模な地震)、タイプ (内陸直下型地震) を考慮し、下表の値を設定

R_L : 繰返し三軸強度比

地震動特性による補正係数 C_w

地震動タイプ	想定地震	C_w
タイプ	南海トラフの巨大地震	1.0 から 0.8 に低減する

繰返し三軸強度比 R_L は、下式により求める。

$$R_L = \begin{cases} 0.0882(Na/1.7)^{0.5} & (Na < 14) \\ 0.0882(Na/1.7)^{0.5} + 1.6 \times 10^{-6} \cdot (Na - 14)^{4.5} & (14 \leq Na) \end{cases}$$

以下、Na 値の算出法が手法により異なる。

手法 1 道路橋示方書・同解説(耐震設計編)(平成 14 年度版)の手法
(砂質土の場合)

$$Na = c_1 N_1 + c_2$$

$$N_1 = 170 \cdot N / (\sigma'_v + 70)$$

$$c_1 = \begin{cases} 1 & (0\% \text{ FC} < 10\%) \\ (FC + 40) / 50 & (10\% \text{ FC} < 60\%) \\ FC / 20 - 1 & (60\% \text{ FC}) \end{cases}$$

$$c_2 = \begin{cases} 0 & (0\% \text{ FC} < 10\%) \\ (FC - 10) / 18 & (10\% \text{ FC}) \end{cases}$$

(礫質土の場合)

$$Na = \{1 - 0.36 \log_{10}(D_{50}/2)\} \cdot N_1$$

ここで、 N_a : 粒度の影響を考慮した補正 N 値、

N_1 : 有効上載圧 100kN/m² 相当に換算した N 値、

c_1, c_2 : 細粒分含有率による N 値の補正係数、

σ'_v : 有効上載圧 (kN/m²)

FC : 細粒分含有率 (%) (粒径 75 μm 以下の土粒子通過質量百分率)

D_{50} : 平均粒径 (mm)

手法2 「モデル検討会」¹⁾の手法

$$N_a = N_1 + N$$

$$FC = \begin{cases} 916/(N+9.21) - 29.5 & (N < 22) \\ 0 & (N \geq 22) \end{cases}$$

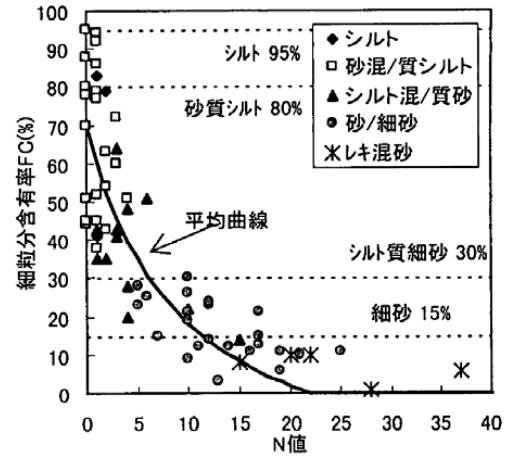


図8 沖積層の N 値と細粒分の関

$$N = \begin{cases} 0 & (FC < 8\%) \\ 20.769 \times \log_{10}(FC) - 18 & (8\% \leq FC < 40\%) \\ 15.27 & (FC \geq 40\%) \end{cases}$$

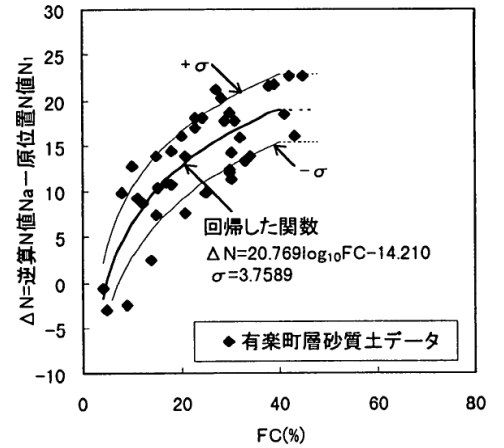


図9 細粒分補正関数

ここで, N_a : 粒度の影響を考慮した補正 N 値,
 N_1 : 有効土被り圧 98kPa 換算の N 値,
 N : 細粒分含有率による補正項

FC : 細粒分含有率 (%) (粒径 75 μm 以下の土粒子通過質量百分率)

手法1および手法2により計算を実施し,埋立地等の液状化危険度が過大評価とならない計算値を採用することとした。両手法による液状化危険度を検討した結果,前回の被害想定手法では沈下量を過大評価する傾向にあるため,「モデル検討会」の手法が妥当と判断した。

1) 内閣府：南海トラフの巨大地震モデル検討会(第二次報告),強震断層モデル編(別添資料)-液状化可能性,沈下量について-,ホームページ,平成24年8月29日発表

地震外力の求め方

地震時せん断応力比Lは下式により求める。

$$L = r_d \cdot K_S \cdot \sigma_v / \sigma_v'$$

ここに, $r_d = 1.0 - 0.015X$

$$K_S = A_{\max} / 9.8$$

A_{\max} : 地表最大加速度

σ_v : 上載圧(kgf/cm²)

σ_v' : 有効上載圧(kgf/cm²)

なお, A_{\max} 値は, 童・山崎(1996)¹⁾による震度と最大加速度の関係式により求める。

$$I = 0.59 + 1.89 \cdot \log_{10}(A_{\max})$$

ここに, I : 震度

液状化指数(PL)の求め方

PLは, ある地点での液状化の可能性を総合的に評価するための指標であり, F_L 値を深さ方向に重みをつけて足し合わせた値であり, 次式により求める。

$$PL = \int_0^{20} (1 - F_L)(10 - 0.5x) dx$$

ここに, F_L : 液状化に対する抵抗率 ($F_L = 1$ の場合には $F_L = 1$)

x : 地表面からの深さ(m)

液状化に伴う地盤の沈下量の推定方法²⁾

液状化に伴う地盤の沈下量 S は, 建築基礎構造設計指針(2001)³⁾に示されている補正 N 値と繰返しせん断ひずみの関係を用いて, 補正 N 値と応力比のプロット点に対応する繰返しせん断ひずみを隣接する c_y 曲線の対数補間により求める。このとき, 繰返しせん断ひずみ 8%の曲線より左側にプロットされる場合には $c_y = 8\%$ とし, 0.5%より右側にプロットされる場合には, $c_y = 0.5\%$ とする。

1) 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

2) 内閣府: 南海トラフの巨大地震モデル検討会(第二次報告), 強震断層モデル編(別添資料)-液状化可能性, 沈下量について-, ホームページ, 平成 24 年 8 月 29 日発表

3) 社団法人日本建築学会: 建築基礎構造設計指針, 平成 13 年 10 月 1 日

繰返しせん断ひずみ γ_{cy} を体積ひずみ v_v として読み替える。そして、沈下量 S を次のようにして推定する。

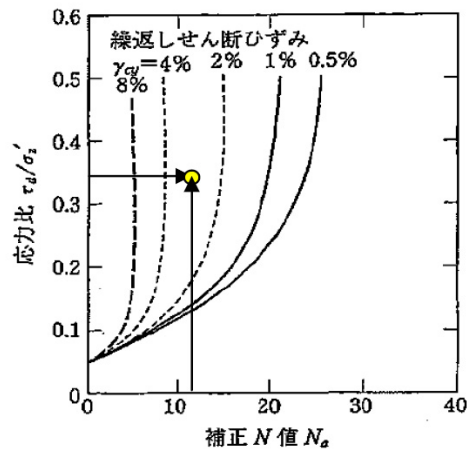
$$S = \sum(H_i \times \varepsilon \cdot v_i), \quad i = 1 \sim n$$

ここに、 S : 沈下量

H_i : $F_L < 1.0$ となる砂質土層 i の層厚

$\cdot v_i$: $F_L < 1.0$ となる砂質土層 i の体積ひずみ

n : $F_L < 1.0$ となる砂質土層数



図

系

(建築基礎構造設計指針(2001), p.66, 図 4.5.7 補正 N 値と繰返しせん断ひずみの関係に加筆)

(4) 土砂災害

前回の被害想定では、中央防災会議の「首都直下地震対策専門調査会」の方法¹⁾を参考に、土砂災害危険箇所のうち、地震により発生危険度が高い急傾斜地崩壊危険箇所、地すべり危険箇所、山腹崩壊危険地区を対象として、各危険箇所の耐震ランク(a,b,c)とメッシュ震度から危険度ランク(A,B,C)を判定している。

「モデル検討会」は同じ手法で評価していることから、今回も同じ手法で評価する。以下に、急傾斜地崩壊危険箇所の想定手法を示す。

急傾斜地崩壊危険箇所

県内の急傾斜地崩壊危険箇所のうち、保全人家戸数を有し、かつ対策工事の実施されていない11,946箇所を対象とする。被害想定に使用するデータは「急傾斜地崩壊危険箇所調査」(平成13年調査、平成14年公表)のうち、位置、保全人家戸数、耐震ランク、対策工の有無とする。

耐震ランクは調査データに含まれていないため、中央防災会議(2006)と同様に、下表のように地形地質状況を基に、点数付けし、その合計点数に応じて耐震ランクを設定する。

耐震ランクの設定手法

大項目	小項目		点数
	データ項目		
①斜面高(H)m	斜面の高さ	$50 \leq H$	10
		$30 \leq H < 50$	8
		$10 \leq H < 30$	7
		$H < 10$	3
②斜面勾配(α)	傾斜度	$59^\circ \leq \alpha$	7
		$30^\circ (45^\circ) \leq \alpha < 59^\circ$	4
		$\alpha < 45^\circ$	1
③オーバーハング	横断形状	オーバーハングあり	4
		オーバーハングなし	0
④斜面の地盤	地表の状況	亀裂が発達、開口しており転石、浮石が点在する	10
		風化、亀裂が発達した岩である	6
		礫混じり土、砂質土	5
		粘質土	1
		風化、亀裂が発達していない岩である	0
⑤表土の厚さ	表土の厚さ	0.5m以上	3
		0.5m未満	0
⑥湧水	湧水	有	2
		無	0
⑦落石・崩壊頻度	崩壊履歴	新しい崩壊地がある	5
		古い崩壊地がある	3
		崩壊地は認められない	0

耐震ランク	基準要素点
a	24点以上
b	14~23点
c	13点以下

・箇所毎に点数を合計し
基準要素点を算定
・基準要素点によって耐震ランクを設定

1) 中央防災会議：首都直下地震対策専門調査会(第15回)資料3,平成17年2月25日

発生危険度は、中央防災会議(2006)と同様に、以下のテーブルを用いて、危険箇所ごとの耐震ランクとメッシュ震度から判定する。

危険度ランク判定テーブル

耐震ランク 震度	a	b	c
6強以上	A	A	A
6弱	A	A	B
5強	A	B	C
5弱	B	C	C
4	C	C	C

ここでの地震危険度はあくまで、相対的なランクであるものの、概ね次のように定義される。

- A：発生する可能性が高い
- B：発生する可能性がある
- C：発生する可能性は低い

地すべり

県内の地すべり危険箇所のうち、保全人家（公共建物を含む）を有する 266 箇所を対象とする。被害想定に使用するデータは、位置、保全人家戸数、耐震ランク(a,b,c)とし、県砂防課の「地すべり危険箇所調査」(平成9年調査、平成10年公表)、森林整備課の「山地災害危険地区調査」(平成19年調査)の調査結果を用いる。

地すべり危険箇所の危険性については、地質条件、地形的変状、滑動履歴等を考慮した手法によって個別に判定されている。地震時の地すべり危険性を表す要因は、落石や崩壊と比較してより不明確であり、個別の詳細な安定解析を行うか、既往調査結果を判断指標に用いる他はない。そこで、本調査では既往調査の危険度ランク(A,B,C)を耐震ランク(a,b,c)と読み替えて、耐震ランクとメッシュ震度から急傾斜地崩壊と同様に危険度を判定する。

山腹崩壊危険地区

県内の山腹崩壊危険地区のうち、保全人家（公共建物を含む）を有し、かつ対策工事の実施されていない2,134箇所を対象とする。被害想定に使用するデータは、「山地災害危険地区調査」(平成19年調査)のうち、位置、保全人家戸数、耐震ランク(a,b,c:素因としての危険度の高い順)、対策工の有無とする。対策工が概成のものを対策工ありとする。既往調査の危険度ランク(A,B,C)を耐震ランク(a,b,c)と読み替えて、耐震ランクとメッシュ震度から急傾斜地崩壊と同様に危険度を判定する。

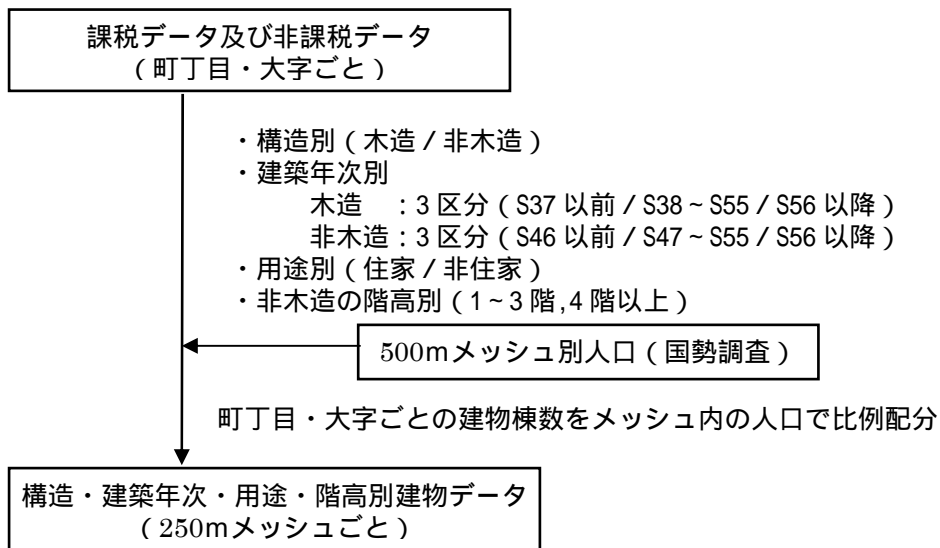
3 建物被害

(1) 建物棟数データの設定

県内の19の市町から課税データ及び非課税データに基づく町丁目・大字ごとに集計した建物棟数データを収集した。このときの建物の分類は、構造(木造/非木造)、用途(住家/非住家)、建築年代(3区分)、階高(4区分)とし、集計にあたっては、以下の点を留意事項とする。

- ・固定資産税家屋データにおいて、混合構造建物(増築を含む)の場合は、構造ごとにカウントされているが(例えば1階が非木造、2階が木造の建物は、非木造及び木造それぞれ1棟)、このような場合には1棟として集計し、その構造及び建築年代は1階部分で代表させる。
- ・固定資産税家屋データにおいて、共同住宅のうち賃貸共同住宅は棟単位、分譲共同住宅では戸単位でカウントされているが(例えば1棟50戸の場合、賃貸では1棟、分譲では50棟)、分譲共同住宅の場合には戸数ではなく棟数への修正を行う。
- ・固定資産税家屋データにおいて、住宅と非住宅が混合している建物の場合は(例えば1階が店舗、2階が住宅の場合は、店舗及び住宅がそれぞれ1棟)、住家又は非住家のいずれが主要な用途で代表させ1棟として集計する。

基礎データの作成



建物棟数

市町	棟数(棟)			建築年代の構成比(%)								
	木造	非木造	木+非木	木造						非木造		
				S36以前	中①	中②	新①	新②	新③	S46以前	S47~S56	S57以降
1 下関市	102,048	33,262	135,310	32	16	19	13	14	5	17	30	53
2 宇部市	87,372	29,851	117,223	20	17	25	16	16	6	14	25	61
3 山口市	79,552	36,382	115,934	32	12	22	11	15	8	11	27	62
4 萩市	40,990	7,364	48,354	37	13	20	12	13	5	13	32	55
5 防府市	34,396	22,952	57,348	22	17	22	17	15	7	12	36	52
6 下松市	21,709	10,290	31,999	19	21	22	14	15	9	14	25	61
7 岩国市	83,980	23,692	107,672	35	17	19	9	13	7	15	25	59
8 光市	24,933	9,410	34,343	21	21	26	11	14	7	14	30	56
9 長門市	28,491	5,745	34,236	34	14	22	10	15	6	19	28	54
10 柳井市	45,431	12,126	57,557	30	18	20	13	14	6	13	26	61
11 美祿市	22,594	6,452	29,046	39	13	19	10	15	5	15	29	55
12 周南市	51,401	23,645	75,046	23	13	26	13	16	8	12	29	58
13 山陽小野田市	34,871	9,993	44,864	22	17	23	14	18	7	12	24	64
14 周防大島町	18,236	1,564	19,800	49	14	15	7	8	7	17	29	54
15 和木町	2,395	3,147	5,542	29	18	21	10	14	9	21	43	36
16 上関町	3,842	934	4,776	58	12	13	6	7	5	27	42	31
17 田布施町	9,634	2,421	12,055	34	17	19	11	12	7	11	28	61
18 平生町	9,783	1,994	11,777	34	16	17	13	14	6	12	25	62
19 阿武町	4,584	754	5,338	47	12	18	9	10	6	13	35	52
合計	706,242	241,978	948,220	30	16	21	12	14	7	14	28	58

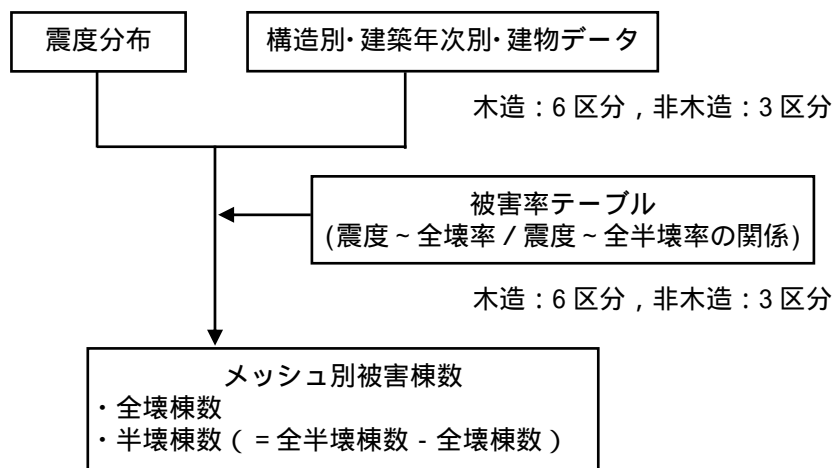
建物被害は「揺れによる建物被害」、「液状化による建物被害」、「土砂災害による建物被害」、「津波による建物被害」、「地震火災による建物被害」について全壊棟数・半壊棟数を算出する。

(2) 揺れによる建物被害

基本的な考え方

- ・建物棟数データと震度から、メッシュごとの全壊棟数、半壊棟数を算出する。

揺れによる被害棟数の算出フロー



算出式

$$\text{全壊棟数} = \text{建物棟数} \times \text{全壊率}$$

$$\text{半壊棟数} = \text{全半壊棟数} - \text{全壊棟数}$$

$$\text{全半壊棟数} = \text{建物棟数} \times \text{全半壊率}$$

全壊棟数

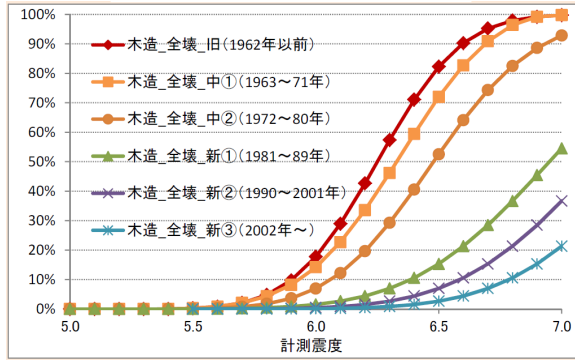
- ・「対策検討ワーキンググループ」で作成された全壊率テーブル（震度と全壊率との関係）から全壊棟数を算出する。
- ・木造建物の新築年の年次区分を新築年（1981年～89年）、新築年（1990年～2001年）、新築年（2002年～）の3区分とする。
- ・木造建物の中築年の年次区分を中築年（1963年～71年）、中築年（1972年～80年）の2区分とする。

半壊棟数

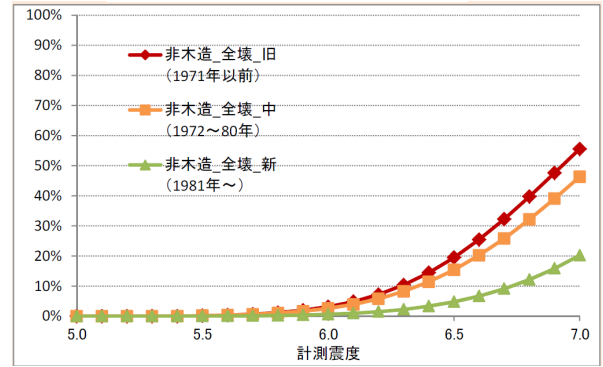
- ・「対策検討ワーキンググループ」で作成された全半壊率テーブル（震度と全半壊率との関係）から全半壊棟数を算出する。
- ・全壊棟数と同様のプロセスにより算出した全半壊棟数から、全壊棟数を差し引くことにより半壊棟数を算出する。

全壊率テーブル

木造建物の全壊率曲線



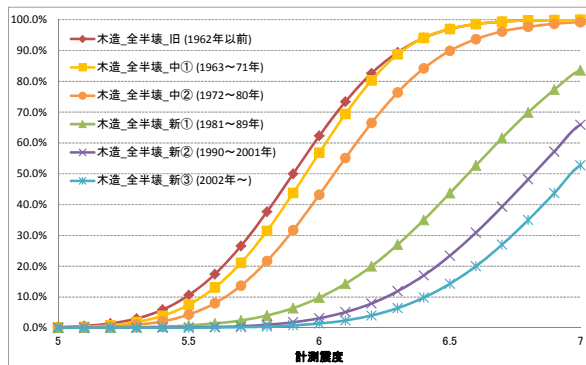
非木造建物の全壊率曲線



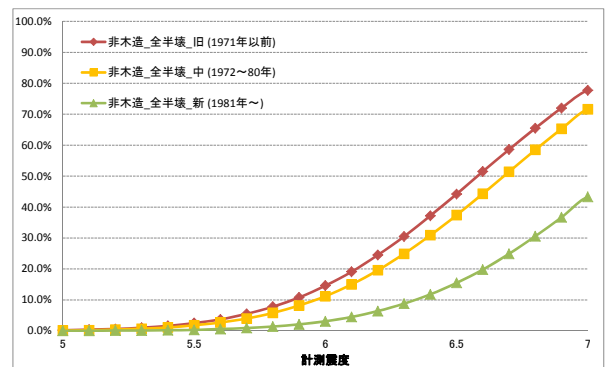
出典：「対策検討ワーキンググループ」

全半壊率テーブル

木造建物の全半壊率曲線



非木造建物の全半壊率曲線



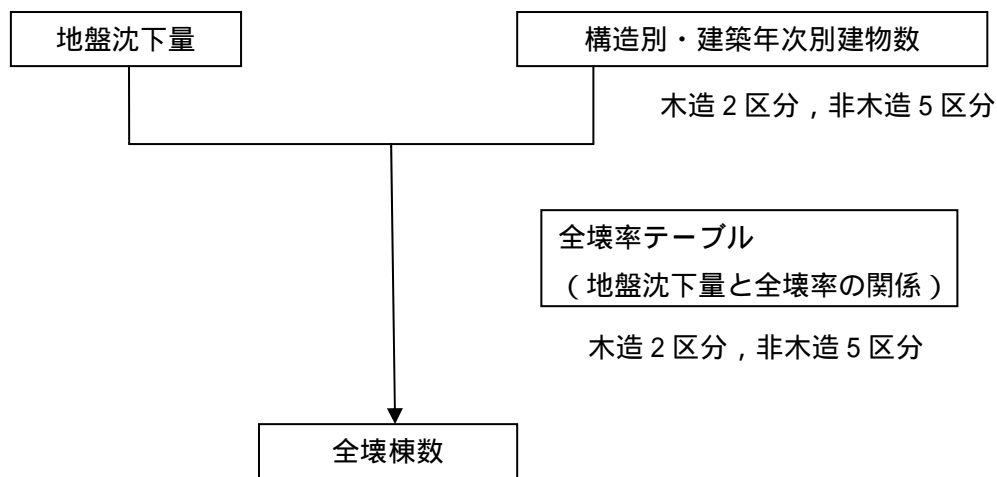
出典：「対策検討ワーキンググループ」

(3) 液状化による建物被害

基本的な考え方

- ・液状化による地盤沈下量と全壊率との関係から建物棟数データのメッシュごとの全壊棟数を想定する。なお、半壊棟数は、前回の被害想定手法と同様とする。

液状化による全壊棟数の想定手法



算出式

$$\text{全壊棟数} = \text{建物棟数} \times \text{全壊率}$$

$$\text{半壊棟数} = \text{建物棟数} \times \text{液状化面積率} \times \text{半壊率}$$

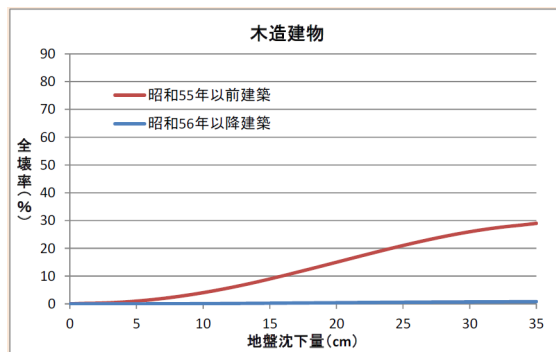
全壊率

1) 木造建物(2区分)

- ・日本海中部地震における八郎潟周辺や能代市などの被害事例(昭和55年以前建築が対象),東北地方太平洋沖地震における千葉県浦安市や茨城県潮来市日の出地区などの被害事例(昭和56年以降建築が対象)から設定した地盤沈下量に対する建物全壊率を使用する。

(東京工業大学 時松教授のデータ等に基づき内閣府が設定)

液状化による地盤沈下量に対する建物全壊率(木造建物)



出典:「対策検討ワーキンググループ」

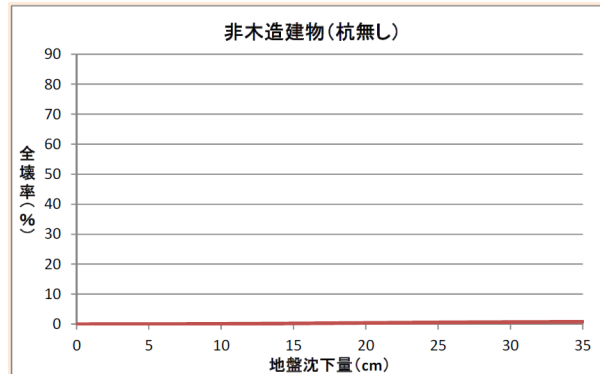
2) 非木造建物（5区分）

杭無し

- ・東北地方太平洋沖地震における浦安市の事例を参考にすると、ほぼ木造（昭和56年以降建築）と同様の被害傾向であるため、木造（昭和56年以降建築）の被害率を適用した地盤沈下量に対する建物全壊率を使用する。

（東京工業大学 時松教授のデータ等に基づき内閣府が設定）

液状化による地盤沈下量に対する建物全壊率（非木造，杭無し）



出典：「対策検討ワーキンググループ」

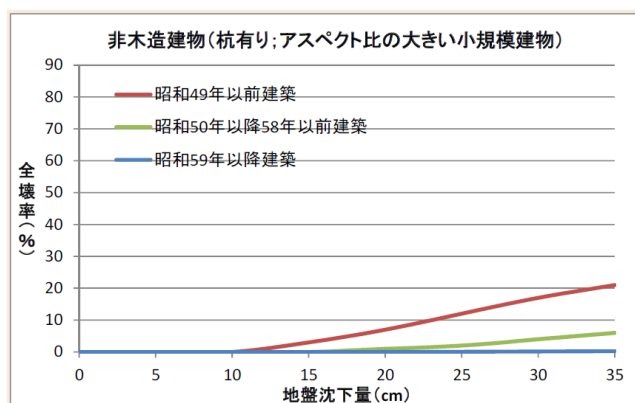
杭有り（アスペクト比の大きい小規模建物（短辺方向スパンが1-2程度））

- ・兵庫県南部地震の事例から設定。埋立地で100棟以上の基礎の被害。基礎被害を受け傾斜したものの多くはアスペクト比の大きい小規模建物（短辺方向スパンが1-2程度の中低層建物）であった。

（東京工業大学 時松教授のデータ等に基づき内閣府が設定）

液状化による地盤沈下量に対する建物全壊率

（非木造，杭有り，アスペクト比の大きい小規模建物）



出典：「対策検討ワーキンググループ」

杭有り（上記以外）

- ・半壊以上の被害はないものとする

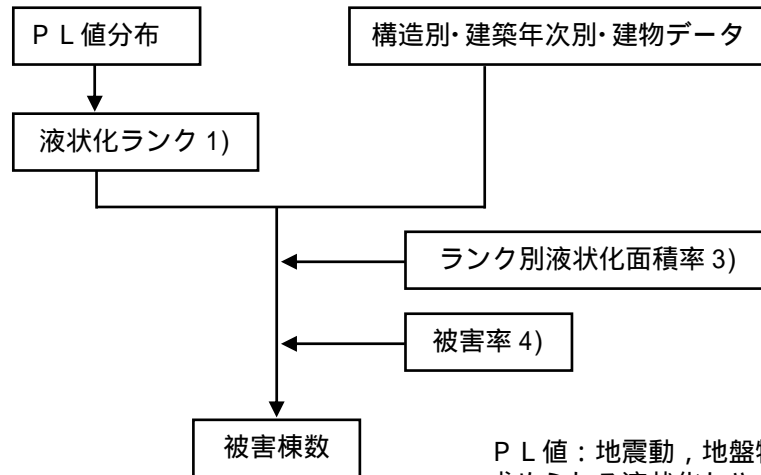
半壊率

- ・建物棟数データとメッシュの P L 値から，メッシュごとの半壊棟数を想定する。

1) 算出式

- ・半壊棟数 = 建物棟数 × 液状化面積率 × 半壊率

液状化による被害棟数の想定手法



P L 値：地震動，地盤特性，地下水位から求められる液状化しやすさを表す指標

2) 液状化ランク

- ・ランク A：15.0 < P L
- ・ランク B：5.0 < P L 15.0
- ・ランク C：0.0 < P L 5.0

3) ランク別液状化面積率

ランク別液状化面積率

ランク	面積率
A	18 %
B	5 %
C	2 %

1964 年新潟地震時の液状化発生状況に基づき設定

4) 被害率

液状化による建物半壊率

構造	木造		非木造	
	建築年次等	S36 年以前	S37 年以降	1～2F の建物
半壊率	12.9 %	18.0 %	30.0 %	0.0 %

揺れによる建物被害と液状化による建物被害のダブルカウントの除去
木造

- ・液状化が発生する地域では、表層地盤が振動を吸収し揺れによる被害は発生しにくいものと考えられるため、木造建物は揺れによる被害が発生しないものとする。

揺れによる木造建物の全壊棟数（ダブルカウント除去後）

$$= \text{揺れによる木造建物全壊棟数（ダブルカウント除去前）} \times (1 - \text{液状化面積率})$$

非木造

- ・杭打ちされた非木造建物は、表層地盤よりも下の強固な地盤の影響を受けるため、液状化による被害を免れても、揺れによる被害を受ける可能性がある。
- ・そこで、全建物棟数から液状化による全壊棟数を差し引き、残りの建物については、すべて揺れによる被害の対象になり得ると考えて算出する。

揺れによる非木造建物の全壊棟数の計算対象

$$= \text{非木造建物棟数} - \text{液状化による非木造全壊棟数} - \text{液状化による非木造半壊棟数}$$

- ・以下に具体的な手順を示す。

ア 液状化被害

まず、液状化被害棟数および被害率を求める。

項目	液状化による被害棟数	被害率
木造全壊	$D_1(a)$	$P_1(a)$
木造半壊	$D_2(a)$	$P_2(a)$
非木造全壊	$D_3(a)$	$P_3(a)$
非木造半壊	$D_4(a)$	$P_4(a)$

イ 揺れによる被害

液状化による被害棟数のダブルカウント除去後の、揺れによる被害棟数を求める。

項目	揺れによる被害棟数
木造全壊	$D_1(b) = S_M \cdot P_1(b) \cdot (1 - \text{液状化面積率})$
木造半壊	$D_2(b) = S_M \cdot P_2(b) \cdot (1 - \text{液状化面積率})$
非木造全壊	$D_3(b) = (S_H - D_3(a) - D_4(a)) \cdot P_3(b)$
非木造半壊	$D_4(b) = (S_H - D_3(a) - D_4(a)) \cdot P_4(b)$

* S_M ：木造棟数， S_H ：非木造棟数（以後同様）

ウ 揺れ及び液状化による被害

上記を利用して揺れ及び液状化による被害棟数および被害率を求める。以後のダブルカウントの計算では、揺れ及び液状化による被害棟数を利用する。

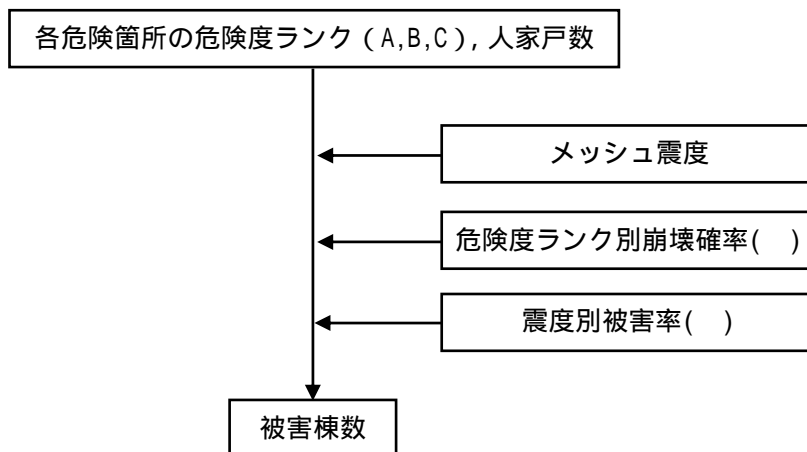
項目	揺れ及び液状化による被害棟数	被害率
木造全壊	$D_1(c) = D_1(a) + D_1(b)$	$P_1(c) = D_1(c) / S_M$
木造半壊	$D_2(c) = D_2(a) + D_2(b)$	$P_2(c) = D_2(c) / S_M$
非木造全壊	$D_3(c) = D_3(a) + D_3(b)$	$P_3(c) = D_3(c) / S_H$
非木造半壊	$D_4(c) = D_4(a) + D_4(b)$	$P_4(c) = D_4(c) / S_H$

(4) 土砂災害による建物被害

基本的な考え方

- ・急傾斜地崩壊危険箇所及び地すべり危険箇所を対象として、危険箇所の保全人家戸数と崩壊危険度ランクから、メッシュごとの全壊棟数、半壊棟数を算出する。
 なお、対策済みの急傾斜地崩壊危険箇所は対象外とする。

土砂災害による被害棟数の想定手法



算出式

- ・全壊棟数 = 危険箇所内人家戸数 × 崩壊確率 × 震度別被害率 (全壊率)
- ・半壊棟数 = 危険箇所内人家戸数 × 崩壊確率 × 震度別被害率 (半壊率)

危険度ランク別崩壊確率

土砂災害による危険度ランク別崩壊確率

ランク	崩壊確率
A	10 %
B	0 %
C	0 %

近年発生した直下地震の事例（新潟県中越地震，新潟県中越沖地震，岩手・宮城内陸地震）を踏まえ，崩壊危険度ランク別の崩壊確率を設定（ランク B, C の崩壊確率はゼロ）

震度別被害率

土砂災害による震度別被害率

	～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 %	6 %	12 %	18 %	24 %	30 %
半壊率	0 %	14 %	28 %	42 %	56 %	70 %

揺れ・液状化による被害と土砂災害による被害のダブルカウント除去

- ・土砂災害で計算した被害戸数には、木造・非木造の区分がないため、メッシュの建物棟数比率を利用して木造被害戸数、非木造被害戸数を求め、被害率を求める。

土砂災害による建物被害率

項目	土砂による被害棟数 (ダブルカウント除去前)	被害率
木造全壊	$D_1 = D_Z \cdot \{S_M / (S_M + S_H)\}$	$P_1(d) = D_1 / S_M$
木造半壊	$D_2 = D_H \cdot \{S_M / (S_M + S_H)\}$	$P_2(d) = D_2 / S_M$
非木造全壊	$D_3 = D_Z \cdot \{S_H / (S_M + S_H)\}$	$P_3(d) = D_3 / S_H$
非木造半壊	$D_4 = D_H \cdot \{S_H / (S_M + S_H)\}$	$P_4(d) = D_4 / S_H$

* 土砂による全壊被害戸数： D_Z ，土砂による半壊被害戸数： D_H

* S_M ：木造棟数， S_H ：非木造棟数（以後同様）

上記の被害率を利用して、ダブルカウント除去後の土砂による被害棟数を求める。

ダブルカウント除去後の土砂による被害棟数

項目	棟数
木造全壊	$D_1(d) = S_M \cdot P_1(d) \cdot (1 - P_1(c))$
木造半壊	$D_2(d) = S_M \cdot \{P_2(d) \cdot [1 - P_1(c)] - P_2(c) \cdot P_1(d) - P_2(d) \cdot P_2(c)\}$
非木造全壊	$D_3(d) = S_H \cdot P_3(d) \cdot (1 - P_3(c))$
非木造半壊	$D_4(d) = S_H \cdot \{P_4(d) \cdot [1 - P_3(c)] - P_4(c) \cdot P_3(d) - P_4(d) \cdot P_4(c)\}$

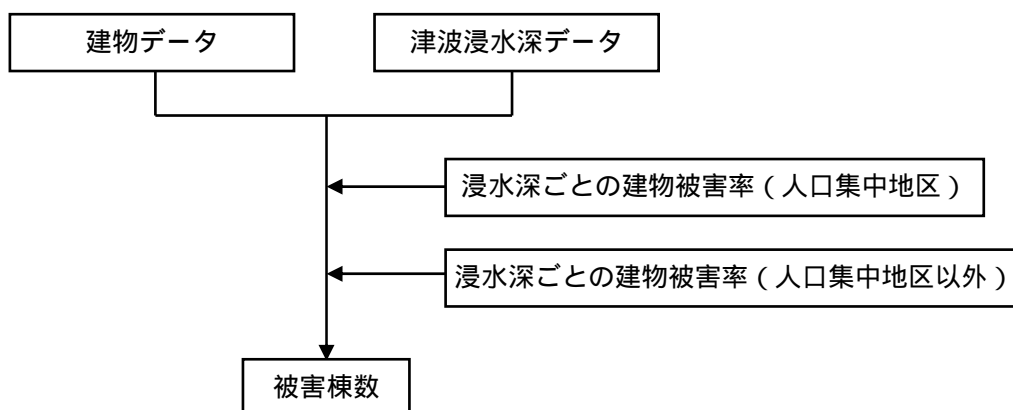
(5) 津波による建物被害

建物棟数データと津波浸水深データから，メッシュごとの全壊棟数，半壊棟数を想定する。

想定的基本的考え方

- ・ 建物被害の評価に用いるパラメータとしては，津波浸水深を用いる。
- ・ 人口集中地区とそれ以外の地区で津波浸水深ごとの建物被害率の関係を用いて建物構造別に全壊棟数・半壊棟数を算出する。
- ・ 津波浸水深は，メッシュ内にある 10m メッシュの浸水深の平均値を用いた。

津波による建物被害の想定手法



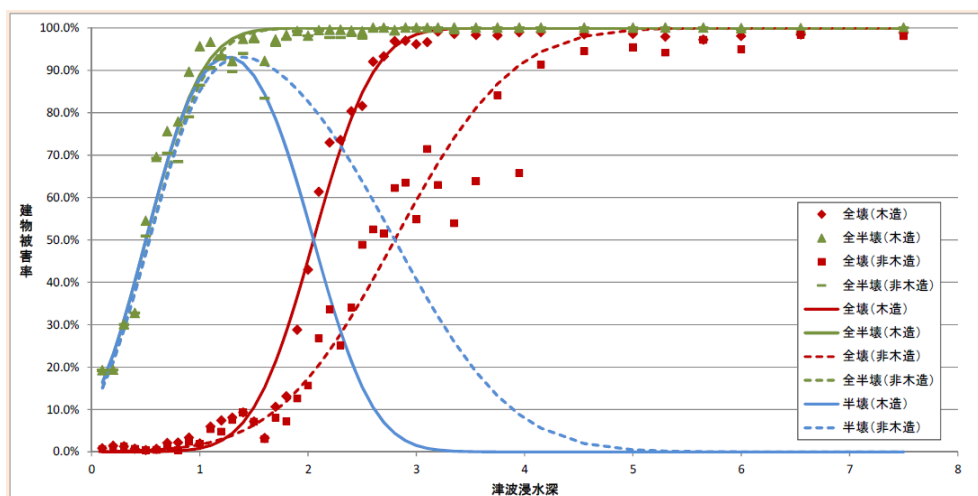
算出式

全壊棟数 = 建物棟数 × 浸水深ごとの全壊被害率

半壊棟数 = 建物棟数 × 浸水深ごとの半壊被害率

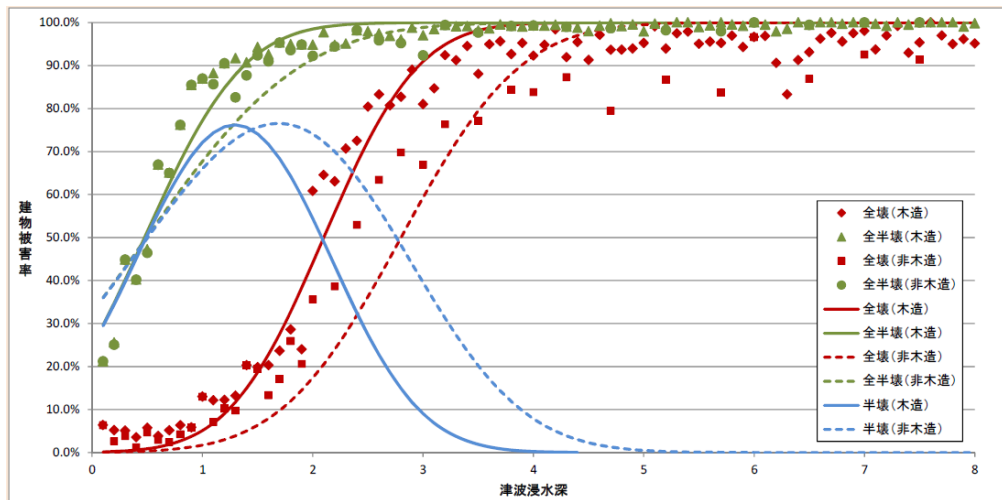
建物被害率

津波浸水深ごとの建物被害率 (人口集中地区)



出典：「対策検討ワーキンググループ」

津波浸水深ごとの建物被害率（人口集中地区以外）



出典：「対策検討ワーキンググループ」

- 揺れ・液状化による建物被害と津波による建物被害のダブルカウントの除去
- ・まず，ダブルカウント除去前の津波による被害率を算出し，次にダブルカウントを除去した津波の被害棟数を求めた。

ダブルカウントを除去した津波による被害棟数

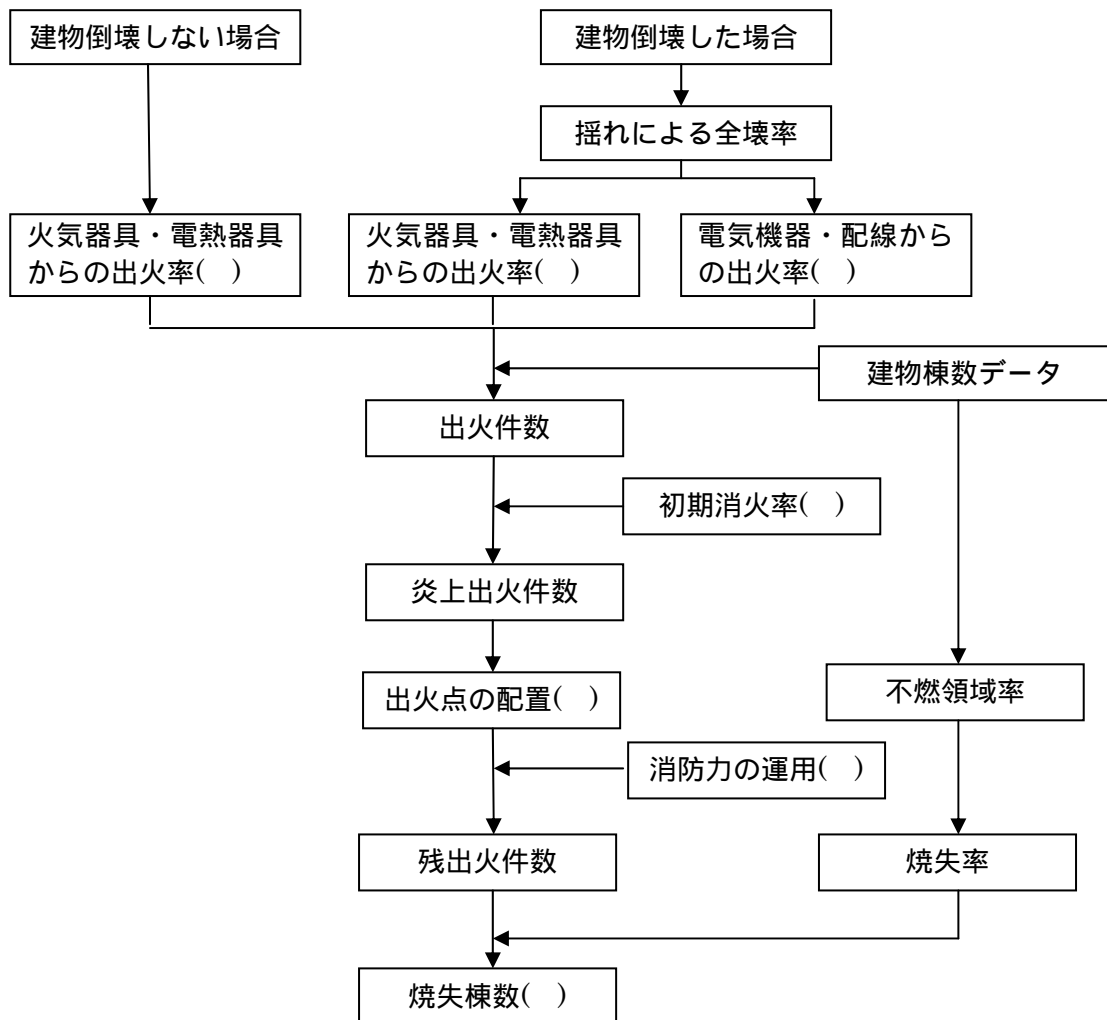
項目	被害率	津波による被害棟数
木造全壊	$P_1(f)$	$D_1(f) = S_M \cdot P_1(f) \cdot (1 - P_1(c))$
木造半壊	$P_2(f)$	$D_2(f) = S_M \cdot \{P_2(f) \cdot [1 - P_1(c)] - P_2(c) \cdot P_1(f) - P_2(f) \cdot P_2(c)\}$
木造床上浸水	$P_3(f)$	$D_3(f) = S_M \cdot P_3(f) \cdot (1 - P_2(c))$
木造床下浸水	$P_4(f)$	$D_4(f) = S_M \cdot P_4(f) \cdot (1 - P_2(c))$
非木造床上浸水	$P_5(f)$	$D_5(f) = S_H \cdot P_5(f) \cdot (1 - P_4(c))$
非木造床下浸水	$P_6(f)$	$D_6(f) = S_H \cdot P_6(f) \cdot (1 - P_4(c))$

(6) 地震火災による建物被害

基本的な考え方

- ・メッシュごとの焼失棟数を想定する。炎上出火件数の算出までは「対策検討ワーキンググループ」の方法を用い、出火点の配置、消防力の運用、焼失棟数の算出（延焼シミュレーション）は前回の被害想定手法と同様とする。
- ・計算のための地区単位は 250mメッシュとする。
- ・発災季節と発災時刻は、冬の深夜～早朝、夏の昼 12 時、冬の夕方 18 時を想定する。
- ・風速条件は、風速 3m / s と 15m / s を想定する。

火災による焼失棟数想定の流れ



- ・ 出火件数 : 後に消火されるものも含めた全ての出火数
- ・ 炎上出火件数 : 住民による初期消火活動で消火できず、炎上に至った出火の件数
- ・ 残出火件数 : 消防によっても消火されずに残った出火数

出火について

- ・ 出火要因の多くを占める火気器具，電気関係からの出火を取り扱う。
- ・ 停電時には電気関係からの出火はなく，停電復旧後に出火することも考えられるが，ここでは保守側の観点から，電気関係からの出火も地震直後に発生するものとして考える。
- ・ 1)建物倒壊しない場合の火気器具・電熱器具，2)建物倒壊した場合の火気器具・電熱器具，3)電気機器・配線からの出火の3つに分けて出火率を設定する。
- ・ 建物倒壊しない場合の出火は，震度別・用途別・季節時間帯別の全出火率を設定し，算出する。
- ・ 震度別の初期消火成功率を考慮して炎上出火件数を算出する。

建物倒壊しない場合の火気器具・電熱器具からの出火

- ・ 建物データに用途別の事業所数比率をかけて用途別建物棟数を設定し，震度別用途別出火率から全出火件数を算出する。

$$\text{全出火件数} = \text{震度別用途別出火率} \times \text{用途別建物棟数}$$

震度別用途別出火率

震度別用途別出火率(冬の深夜)

	震度 5 弱	震度 5 強	震度 6 弱	震度 6 強	震度 7
飲食店	0.0003%	0.0009%	0.0047%	0.0188%	0.066%
物販店	0.0001%	0.0004%	0.0013%	0.0059%	0.051%
病院	0.0002%	0.0004%	0.0014%	0.0075%	0.118%
診療所	0.0000%	0.0002%	0.0005%	0.0018%	0.007%
事務所等その他事業所	0.0000%	0.0001%	0.0004%	0.0020%	0.011%
住宅・共同住宅	0.0002%	0.0006%	0.0021%	0.0072%	0.026%

震度別用途別出火率(夏の昼 12 時)

	震度 5 弱	震度 5 強	震度 6 弱	震度 6 強	震度 7
飲食店	0.0029%	0.0076%	0.0346%	0.1152%	0.331%
物販店	0.0005%	0.0015%	0.0071%	0.0253%	0.123%
病院	0.0009%	0.0016%	0.0070%	0.0296%	0.313%
診療所	0.0004%	0.0004%	0.0016%	0.0050%	0.023%
事務所等その他事業所	0.0005%	0.0017%	0.0083%	0.0313%	0.183%
住宅・共同住宅	0.0003%	0.0003%	0.0013%	0.0043%	0.021%

震度別用途別出火率(冬の夕方 18 時)

	震度 5 弱	震度 5 強	震度 6 弱	震度 6 強	震度 7
飲食店	0.0047%	0.0157%	0.0541%	0.1657%	0.509%
物販店	0.0007%	0.0022%	0.0085%	0.0302%	0.158%
病院	0.0008%	0.0017%	0.0072%	0.0372%	0.529%
診療所	0.0004%	0.0010%	0.0036%	0.0130%	0.041%
事務所等その他事業所	0.0003%	0.0012%	0.0052%	0.0216%	0.177%
住宅・共同住宅	0.0010%	0.0034%	0.0109%	0.0351%	0.115%

出典：「対策検討ワーキンググループ」

建物倒壊した場合の火気器具・電熱器具からの出火

- ・阪神・淡路大震災時の事例から，冬における倒壊建物 1 棟あたり出火率を 0.0449% とし，さらに時刻別に補正する。
- ・暖房器具類を使わない夏の場合には，倒壊建物 1 棟あたり出火率を 0.0286% とする。
- ・時刻補正係数は，1.0(深夜)，2.2(12 時)，3.4(18 時)とする。

建物倒壊した場合の全出火件数 = 建物倒壊棟数 × 季節時間帯別の倒壊建物 1 棟あたり出火率

季節時間帯別の倒壊建物 1 棟あたり出火率：

0.0449% (冬深夜)，0.0629% (夏 12 時)，0.153% (冬 18 時)

電気機器・配線からの出火

- ・電気機器・配線からの出火は建物全壊の影響を強く受けると考え，全壊率との関係で設定する。

電気機器からの出火件数 = 0.044% × 全壊棟数

配線からの出火件数 = 0.030% × 全壊棟数

初期消火率

- ・東京消防庁出火危険度測定 (第 8 回，平成 23 年)における住宅の初期消火成功率を適用する。
- ・震度別の初期消火成功率を考慮して炎上出火件数を算出する。

炎上出火件数 = (1 - 初期消火成功率) × 全出火件数

初期消火成功率

震度	6 弱以下	6 強	7
初期消火成功率	67%	30%	15%

出火点の配置

- ・出火点の配置手法は広島県地震被害想定報告書(平成 7・8 年)を参考にして次の手順で行う。

- 1) 出火点の配置は市町単位で行う。
- 2) まずは 3×3 メッシュ(約 1.5Km 四方)で 1 番高い出火件数総計値を持つ範囲を探索する。
- 3) その中で 1 番高い出火件数を持つメッシュを出火点とし，出火件数を 0 とする。
- 4) 出火点メッシュの出火件数と 1 件の差を範囲内で再配分し 2)に戻る。
- 5) 3×3 メッシュの出火件数総計値が 1 件を超えなければメッシュ範囲を広げて，2)に戻る。
- 6) 2)～5)を繰り返し，市町域内で最大の範囲で 1 件を超えなければ，再配分後に域内で最大となる出火件数メッシュを出火点とする。
- 7) 6)を市町内出火件数となるまで実施する。

出火点の配置手順の例を以下に示す。

消防力の運用

- ・消防力の運用の評価は、中央防災会議「東南海、南海地震等に係る専門調査会」(2003)と中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」(2007)を参考とする。
- ・駆けつけ時間の算出は中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」(2007)の手法を採用する。内容を以下に示す。

(駆けつけ時間の算出)

(出火地点までの駆けつけ時間)

$$= (a) \text{ 火災覚知時間} + (b) \text{ 出動時間} + (c) \text{ 走行時間} + (d) \text{ 準備時間}$$

(a) 火災覚知時間

- ・震度6以上：10分(阪神・淡路大震災の実態を踏まえて検討した大阪府被害想定時の条件)
- ・震度5以下：3分

(b) 出動時間

- ・8分(H9 東京都被害想定時の条件)

(c) 走行時間

- ・消防署及び消防団の拠点から出火点(メッシュ中心点)までの距離と走行時速から算定する。
- ・走行時速は、震度6以上：10km/h、震度5以下：15km/hとする。(H9 東京都被害想定時の条件)
- ・拠点から出火点までの走行距離を求める際、実際の拠点の位置は特定しないで、市区町村別に把握した拠点数から、1拠点当りの平均的な担当面積を求め、各拠点が担当面積の真中に位置していると仮定した場合の走行距離を求める。

$$A. \text{ 消防車を有する施設数} = \text{「消防署数」} + \text{「出張所数」}$$

$$B. \text{ 1施設あたり担当面積 (km}^2\text{)} = \text{市町村面積 (km}^2\text{)} / A$$

$$C. \text{ 平均車両走行距離 (m)} = (B) \times 1000$$

(d) 準備時間

- ・東京都の被害想定(H9)の検討結果をもとに、現場でのホース設置に要する時間はホース延長と口数に関係すると考える。

$$\text{震度6以上：(準備時間)} = 25.5 \times (\text{ホース本数}) + 15 \text{ (秒)}$$

$$\text{震度5以下：(準備時間)} = 17 \times (\text{ホース本数}) + 15 \text{ (秒)}$$

- ・駆けつけ時間の算定において(c)走行時間と(d)準備時間の計算に使用する消防台数、消防署数、消防市町面積のデータを以下に示す。

各市町消防データ

消防自動車台数，消防署数，消防市町面積

(単位:台)

市町	消防署		消防団		合計		消防署出張所数	消防市町面積(km ²)
	ポンプ車	小型ポンプ車	ポンプ車	小型ポンプ車	ポンプ車	小型ポンプ車		
下関市	22		24	101	46	101	11	714.70
宇部市	12		15	27	27	27	5	285.85
山口市	18	1	40	36	58	37	7	1,023.04
萩市	4	2	28	42	32	44	4	698.10
防府市	9		7	6	16	6	3	186.85
下松市	5		2	16	7	16	1	89.26
岩国市	15		35	107	50	107	10	873.14
光市	8		5	9	13	9	1	91.80
長門市	4		17	42	21	42	2	357.11
柳井市	5		4	45	9	45	2	140.45
美祿市	6	2	11	42	17	44	2	473.26
周南市	17		4	72	21	72	7	655.55
山陽小野田市	7		13		20	0	3	132.03
周防大島町	1		2	17	3	17	3	136.97
和木町	1		3	2	4	2	1	10.26
上関町	1			13	1	13	1	34.28
田布施町	1			12	1	12	1	49.88
平生町	1			12	1	12	1	34.27
阿武町	1		4	8	5	8	1	115.86
合計	138	5	214	609	352	614	66	6,102.66

※平成23年4月1日現在

※上記「ポンプ車」

- ・普通消防ポンプ自動車(B-1以上)・水槽付消防ポンプ自動車(B-1以上)
- ・はしご付消防ポンプ自動車(ポンプ付でない車両を含む)
- ・屈折はしご付ポンプ自動車・大型高所放水車・化学消防自動車

※上記「小型ポンプ車」

- ・小型動力ポンプ付積載車
- ・小型動力ポンプ付水槽車

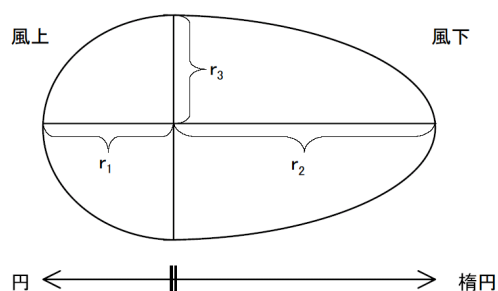
- ・駆けつけ時間の算出において (d)準備時間の計算に使用するホース本数は以下の方法で計算する。

$$\begin{aligned} \text{ホース本数} &= \text{ポンプ車台数} / (\text{ポンプ車台数} + \text{小型ポンプ車台数}) \times 3 \\ &+ \text{小型ポンプ車台数} / (\text{ポンプ車台数} + \text{小型ポンプ車台数}) \times 1 \end{aligned}$$

- ・前述の駆けつけ時間で燃え上がる広さ（火面周長）を求め、消防車 1 台当りの消火可能な火面周長から、消火が可能か否かを判定する。

$$\text{火面周長} = \pi \sqrt{\frac{1}{2}(r_1^2 + r_3^2)} + \pi \sqrt{\frac{1}{2}(r_2^2 + r_3^2)}$$

$r_1 \sim r_3$ の長さは、東京消防庁が開発した「東消式 2001」に基づき算出



- ・ただし、市町内の各出火点に駆けつけることのできる消防車の合計数は、市町が所有する消防車台数を上限とする。
- ・消防力 1 口あたりの消火可能火面周長は 10m とする。消防ポンプ自動車等は 3 口、小型動力ポンプ積載車は 1 口として消火可能火面周長を設定する。
- ・各市町内で火面周長が短い炎上出火点から順に消防力を投入して、消防力によって消火可能な件数を算出する。
- ・各市町で、消火できなかった炎上出火点は、消火不能出火点（残出火点）とし、延焼シミュレーションを行う対象とする。
- ・風速 15m/s では消防力の適用を行わない。

消火可能火面周長

種別	消火可能火面周長
消防ポンプ車等 (普通消防ポンプ自動車, 水そう付き消防ポンプ自動車, はしご付消防ポンプ自動車, 屈折はしご付消防ポンプ自動車, 化学消防ポンプ自動車)	30m
小型動力ポンプ積載車	10m

和歌山県(2006)より抜粋

- ・火面周長の算出に用いた各観測地における発災時期の湿度データ(10年平均)とその市町区域への対応を次頁に示す。

各観測所における気象データ

山口県 冬季(12月~2月)		下関				山口				萩			
		平均湿度	風			平均湿度	風			平均湿度	風		
			平均風速	最大速度			平均風速	最大速度			平均風速	最大速度	
				風速	風向			風速	風向			風速	風向
		%	m/s	m/s	16方位	%	m/s	m/s	16方位	%	m/s	m/s	16方位
2002年	1月	60	5.2	14.3	西	69	2.0	8.9	西	63	4.2	11.8	西北西
	2	62	3.3	12.7	北西	69	1.5	7.4	西北西	67	3.1	9.9	西北西
	12	65	3.8	13.4	西	75	1.4	8.4	西	69	3.6	12.7	西北西
	採用	62.3	4.1	13.5	西	71.0	1.6	8.2	西	66.3	3.6	11.5	西北西
2003年	1月	60	4.9	15.0	西	72	1.9	10.2	西	66	4.0	14.5	西北西
	2	67	2.9	10.1	北	72	1.4	7.4	北北西	71	2.7	9.8	西北西
	12	59	4.7	13.5	西北西	72	1.6	8.8	西北西	66	3.9	12.0	北西
	採用	62.0	4.2	12.9		72.0	1.6	8.8		67.7	3.5	12.1	西北西
2004年	1月	60	4.1	13.7	西	69	1.6	7.4	西	64	3.6	13.1	西北西
	2	59	4.5	14.4	西南西	65	1.9	10.9	西	59	4.1	12.3	西北西
	12	65	2.8	12.4	北西	73	1.3	7.9	西北西	73	3.0	13.5	西
	採用	61.3	3.8	13.5		69.0	1.6	8.7	西	65.3	3.6	13.0	西北西
2005年	1月	61	4.2	13.7	西	73	1.5	8.4	北北西	68	3.8	10.4	西
	2	63	3.9	17.0	西	70	1.7	7.9	西北西	67	3.3	15.7	西
	12	56	5.4	14.4	西北西	70	1.9	8.2	西北西	61	4.8	14.4	西北西
	採用	60.0	4.5	15.0	西	71.0	1.7	8.2	西北西	65.3	4.0	13.5	西
2006年	1月	63	3.1	9.9	北西	69	1.4	6.1	西北西	67	3.1	9.4	西北西
	2	64	3.8	14.4	西南西	70	1.8	10.3	西	68	3.3	12.8	西北西
	12	65	3.1	11.8	西	74	1.3	7.3	西	73	2.9	8.0	北北西
	採用	64.0	3.3	12.0		71.0	1.5	7.9	西	69.3	3.1	10.1	西北西
2007年	1月	61	3.1	14.1	西	71	1.3	9.9	西	70	2.7	8.6	北西
	2	65	3.3	11.1	西	67	1.7	8.2	南東	71	3.1	10.7	南南東
	12	61	4.2	12.6	西	71	1.5	8.8	西	68	2.9	7.3	西北西
	採用	62.3	3.5	12.6	西	69.7	1.5	9.0	西	69.7	2.9	8.9	
2008年	1月	63	3.5	10.7	西北西	71	1.4	6.5	西	74	2.7	7.9	北北西
	2	55	3.9	11.5	北西	65	1.8	8.9	西北西	63	3.4	8.5	北
	12	65	3.3	11.9	西	76	1.4	8.0	西	73	3.1	7.6	南東
	採用	61.0	3.6	11.4		70.7	1.5	7.8	西	70.0	3.1	8.0	
2009年	1月	66	4.0	12.9	西北西	80	1.5	8.6	西南西	75	3.2	8.8	北
	2	68	2.9	12.9	西	75	1.5	8.0	北北西	73	2.9	10.0	南南東
	12	62	4.0	12.5	北西	72	1.6	8.0	西北西	70	3.2	9.3	北西
	採用	65.3	3.6	12.8		75.7	1.5	8.2		72.7	3.1	9.4	
2010年	1月	60	4.4	13.2	西	70	1.6	7.7	西	66	3.2	8.7	南南東
	2	65	3.2	9.2	北西	70	1.8	10.6	南東	70	3.1	10.4	南南東
	12	62	4.8	14.2	西	72	1.7	10.8	西	68	3.2	7.8	南南東
	採用	62.3	4.1	12.2	西	70.7	1.7	9.7	西	68.0	3.2	9.0	南南東
2011年	1月	56	4.7	13.0	北西	71	1.7	8.2	西	68	3.0	9.0	北西
	2	67	2.9	12.8	西	72	1.4	9.8	西	73	3.0	7.9	北北西
	12	59	3.7	11.0	北西	70	1.6	7.7	西北西	66	2.9	9.0	北西
	採用	60.7	3.8	12.3	北西	71.0	1.6	8.6	西	69.0	3.0	8.6	北西
10年間平均		62.1	3.9	12.8		71.2	1.6	8.5		68.3	3.3	10.4	

市町域と各観測所の対応

市町	測候所
1 下関市	下関
2 宇部市	下関
3 山口市	山口
4 萩市	萩
5 防府市	山口
6 下松市	山口
7 岩国市	山口
8 光市	山口
9 長門市	萩
10 柳井市	山口
11 美祿市	萩
12 周南市	山口
13 山陽小野田市	下関
14 周防大島町	山口
15 和木町	山口
16 上関町	山口
17 田布施町	山口
18 平生町	山口
19 阿武町	山口

焼失棟数

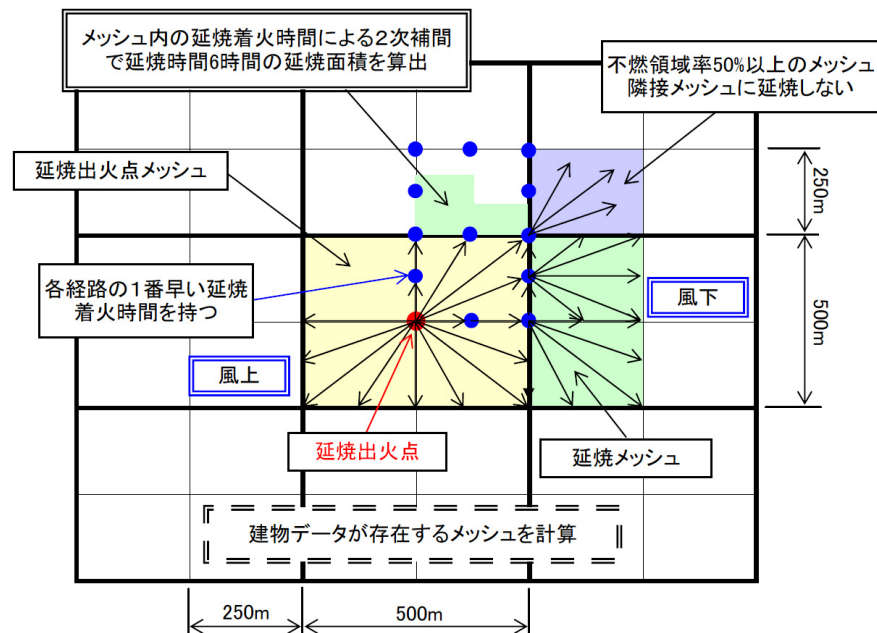
- ・消防でも消火できなかった残出火点の属するメッシュを対象に，東消式 2001 を用いて延焼シミュレーションを行い，6 時間後の延焼エリアを想定する。

延焼の推算は「宮城県(2004)」を参考に以下の方法で行う。

- 1) 延焼の単位は 250m メッシュとし，出火点はメッシュの中心とする。
- 2) 建物，宅地等の延焼計算に必要なデータはメッシュ内で均一なものとする。
- 3) メッシュ間の燃え移りは辺の中心および頂点とし，延焼拡大するメッシュは各辺の中心および各頂点の計 8 点の延焼着火時間を計算する。

また，8 点の延焼着火時間を使用した 2 次補間により 6 時間以下の延焼面積を求める。メッシュ間の燃え移りおよび延焼面積の概念図を以下に示す。

メッシュ間の燃え移りおよび延焼面積の概念図



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
21	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	8.23	7.9	8.1	50	50	50	50	50	50
20	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	7.3	7.39	7.84	50	50	50	50	50	50
19	50	50	50	50	9.43	8.63	8.03	7.63	7.39	50	7.16	6.66	6.44	50	50	50	5.32	4.95	5.04	50	50
18	50	50	50	50	9.14	8.1	7.29	6.79	6.55	50	6.07	5.57	5.38	50	50	50	4.62	4.56	4.76	50	50
17	50	50	50	50	50	50	6.65	6.05	5.71	50	4.99	4.63	4.43	4.08	4.15	3.95	4.08	4.28	4.57	50	50
16	50	50	50	50	50	50	6.05	5.32	4.81	50	3.83	3.86	3.43	3.37	3.45	3.51	3.85	4.16	4.47	50	50
15	11.51	10.67	10.33	50	7.16	6.26	5.44	4.7	4.07	3.42	3.05	2.92	2.58	2.64	2.88	3.24	3.74	4.24	4.7	50	50
14	11.2	10.11	9.37	50	6.86	5.82	4.92	4.08	3.34	2.86	2.24	1.92	1.82	2.04	2.58	3.08	3.59	4.09	4.59	50	50
13	11.76	50	8.72	7.8	6.76	5.58	4.48	3.58	2.73	2.11	1.54	1.17	1.22	50	50	50	50	50	50	50	50
12	10.95	50	8.46	7.4	6.45	5.41	4.24	3.21	2.26	1.34	0.8	0.71	1.03	50	50	50	50	50	50	50	50
11	10.39	9.35	8.3	7.25	6.2	5.2	4.21	3.11	2.02	1.01	0.59	0.91	1.18	50	50	50	50	50	50	50	50
10	10.52	9.48	8.46	7.41	6.35	5.36	4.37	3.27	2.17	1.29	0.92	0.91	1.35	50	50	50	50	50	50	50	50
9	10.48	9.43	8.38	7.42	6.46	5.47	4.48	3.5	2.57	2	1.58	1.5	1.61	50	50	50	50	50	50	50	50
8	10.64	9.59	8.54	7.59	6.63	5.7	4.81	3.9	3.16	2.77	2.29	1.91	1.98	50	50	50	50	50	50	50	50
7	10.93	9.88	9.07	8.11	7.32	50	5.22	4.48	3.87	50	3.05	2.54	2.39	2.49	2.79	3.07	3.35	50	50	50	50
6	11.37	10.48	9.8	8.91	8.54	50	5.79	5.08	4.7	50	3.77	3.25	2.88	2.86	2.96	3.16	3.44	50	50	50	50
5	11.9	11.18	10.5	9.59	8.47	7.31	6.54	5.9	5.49	5.44	4.58	4.06	3.51	3.35	3.33	3.56	3.75	3.8	4.08	50	50
4	12.51	11.85	10.88	9.77	8.8	7.91	7.4	6.93	6.52	6.09	5.56	5.08	4.22	3.84	3.82	4.07	4.29	4.15	4.25	50	50
3	13.19	12.14	11.31	10.34	9.38	8.72	8.26	7.92	7.46	6.91	6.39	5.79	4.99	50	4.47	4.44	4.7	4.69	4.6	50	50
2	13.53	12.69	11.98	11.02	10.07	9.57	9.18	8.83	8.18	7.66	7.3	6.4	6	50	5.25	4.86	4.97	5.14	5.05	50	50
1	14.17	13.45	12.81	50	50	50	10.03	9.71	8.95	8.41	7.75	7.13	6.71	6.56	5.94	5.49	5.35	5.44	5.61	5.61	5.9

延焼シミュレーションイメージ図
(数値はメッシュ左辺中心着火時間，黒メッシュは建物データ無し)

- 4) 延焼速度式は東京消防庁(2001)が提案した東消式 2001 を用いる。
 5) 不燃領域率は，三重県(2005)を参考に木造建物の棟数比と木造建物棟数密度から設定。

$$F=1.189 - 0.604 \times a - 0.00713 \times d \text{ (ただし, } F \text{ は } 1.0 \text{ を超えない)}$$

F：不燃領域率

a：木造建物棟数比 = 木造建物棟数 / 全建物棟数

b：木造建物密度=木造建物棟数 / メッシュの面積 (ha)

- 6) 不燃領域率と焼失率の関係および隣接メッシュへの延焼拡大の判断基準は，中央防災会議「東南海，南海地震等に関する専門調査会」(2007)が引用している大阪府地震被害想定 (H9) による手法に基づき，次の表のとおりとする。

また，出火後に消火されたメッシュには延焼しないものとする。

不燃領域率と最大消失率，延焼の可能性

不燃領域率	最大焼失率(面積比)	隣接地区への延焼可能性
70%以上	20~10%	無し
50~70%	30~20%	無し
20~50%	50~30%	有り
20%未満	100~50%	有り

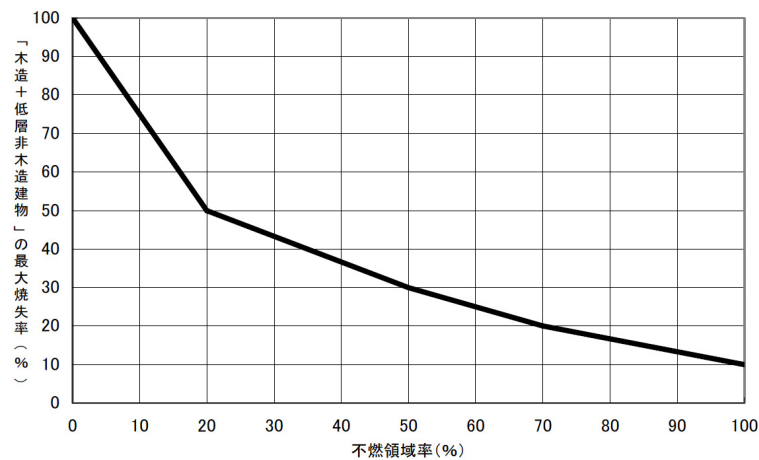
注) 兵庫県南部地震の状況と建設省総合技術開発プロジェクト「都市防火対策手法の開発」(建設省)に基づき求めた。(出典)大阪府被害想定調査(平成9年)

- ・上記延焼シミュレーションで得られた延焼エリア内の焼失棟数は，メッシュの不燃領域率に応じた焼失率を低層建物数に掛け合わせることで算出。

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

- ・なお，上記は阪神・淡路大震災と同様の風速 3m / s の場合であり，関東大震災と同様の風速 15m / s の場合は，焼失率が約 2 倍と考えられている。

最大焼失率と不燃領域率との関係



中央防災会議(2006)より抜粋

- ・ 炎上出火後に燃え広がらなかった場合でも，非耐火建物からの出火では周囲に類焼があるものと考え，出火 1 件につき，風速 3m / s の場合は 7 棟，風速 15m / s の場合には 10 棟が焼失するものとする。

- 揺れ・液状化による建物被害と火災延焼による建物被害のダブルカウントの除去
- ・ 焼失棟数は全壊とみなし，焼失対象は木造 + 非木造 1・2 階とする。

ダブルカウントを除去した火災延焼による建物被害

項目	被害率 (= 焼失率)	火災による被害棟数
木造全壊	$P_1(e) = D_s / (S_M + S_H)$	$D_1(e) = S_M \cdot P_1(e) \cdot (1 - P_1(c))$
非木造全壊	$P_3(e) = P_1(e)$	$D_3(e) = S_H \cdot P_3(e) \cdot (1 - P_3(c))$

* 火災による焼失棟数 (ダブルカウント除去前) : D_s

(単位:人)

4 人的被害

(1) 人口データの設定

人的被害想定には、現時点で最新の夜間人口及び昼間人口を利用する。山口県内の夜間人口及び昼間人口は右表に示す。

市町	夜間人口	昼間人口
1 下関市	280,947	276,979
2 宇部市	173,772	175,324
3 山口市	196,628	198,863
4 萩市	53,747	52,845
5 防府市	116,611	114,573
6 下松市	55,012	56,043
7 岩国市	143,857	141,322
8 光市	53,004	50,450
9 長門市	38,349	37,714
10 柳井市	34,730	35,913
11 美祿市	28,630	28,647
12 周南市	149,487	154,999
13 山陽小野田市	64,550	62,108
14 周防大島町	19,084	18,964
15 和木町	6,378	6,017
16 上関町	3,332	3,188
17 田布施町	15,986	14,017
18 平生町	13,491	12,550
19 阿武町	3,743	3,611
合計	1,451,338	1,444,127

出典:平成22年国勢調査

時刻別人口データは、和歌山県(2006)を参考として以下のように設定する。

時刻別住宅滞留人口及びその他施設滞留人口の算出手法

時刻	住宅滞留人口及びその他施設滞留人口	移動中人口比率
深夜 (朝5時)	<ul style="list-style-type: none"> ・全人口[人] = 夜間人口[人] ・住宅滞留人口[人] = 屋内人口[人] = 夜間人口[人] ・移動中人口[人] = 0 [人] 	0 %
昼 12 時	<ul style="list-style-type: none"> ・全人口[人] = 昼間人口[人] ・屋内人口[人] = 0.95 × 昼間人口[人] ・住宅滞留人口[人] = 0.35 × 夜間人口[人] ・その他施設滞留人口[人] = 屋内人口[人] - 住宅滞留人口[人] ・移動中人口[人] = 0.05 × 全人口[人] 	5 %
夕方 18 時	<ul style="list-style-type: none"> ・全人口[人] = (2 × 夜間人口[人] + 3 × 昼間人口[人]) / 5 ・屋内人口[人] = 0.90 × {(2 × 夜間人口[人] + 3 × 昼間人口[人]) / 5} ・住宅滞留人口[人] = 0.61 × 夜間人口[人] ・その他施設滞留人口[人] = 屋内人口[人] - 住宅滞留人口[人] ・移動中人口[人] = 0.10 × 全人口[人] 	10%

和歌山県(2006)より抜粋

住宅滞留人口については、木造住家と非木造住家の棟数を基に、木造住宅滞留人口と非木造住宅滞留人口を算出する。

- ・木造住宅滞留人口 = 住宅滞留人口
 $\times \{ \text{木造住家棟数} / (\text{木造住家棟数} + \text{非木造住家棟数}) \}$
- ・非木造住宅滞留人口 = 住宅滞留人口
 $\times \{ \text{非木造住家棟数} / (\text{木造住家棟数} + \text{非木造住家棟数}) \}$

その他施設滞留人口については、木造非住家と非木造非住家の棟数を基に、木造非住宅滞留人口と非木造非住宅滞留人口を算出する。

- ・木造非住宅滞留人口 = その他施設滞留人口
 $\times \{ \text{木造非住家棟数} / (\text{木造非住家棟数} + \text{非木造非住家棟数}) \}$
- ・非木造非住宅滞留人口 = その他施設滞留人口
 $\times \{ \text{非木造非住家棟数} / (\text{木造非住家棟数} + \text{非木造非住家棟数}) \}$

以上より木造建物内滞留人口と非木造建物内滞留人口は次式から算出する。

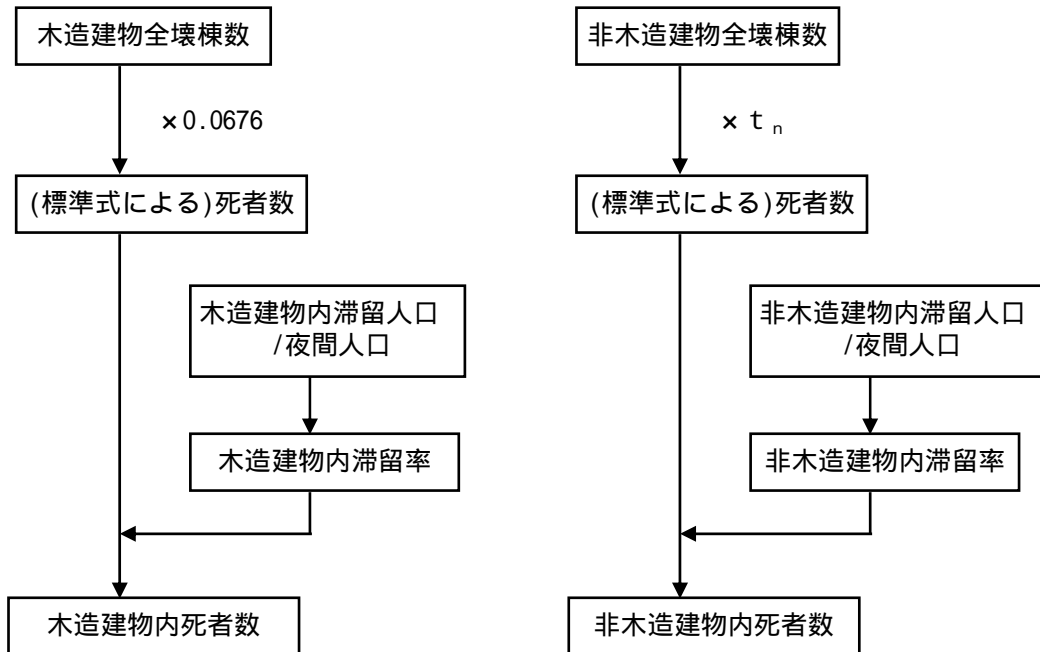
- ・木造建物内滞留人口 = 木造住宅滞留人口 + 木造非住宅滞留人口
- ・非木造建物内滞留人口 = 非木造住宅滞留人口 + 非木造非住宅滞留人口

(2) 建物倒壊による人的被害

基本的な考え方

- ・揺れによる建物被害と人口データから，市町ごとに死者数，負傷者数，重傷者数を算出する。

死者数の算出フロー



死者数

- ・300人以上の死者が発生した最近の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）の被害事例から求められた全壊棟数と死者数との関係を使用する。
- ・非木造については，全壊に占める倒壊の割合が木造よりも小さいため，木造の係数の概ね1/3程度の係数としている。

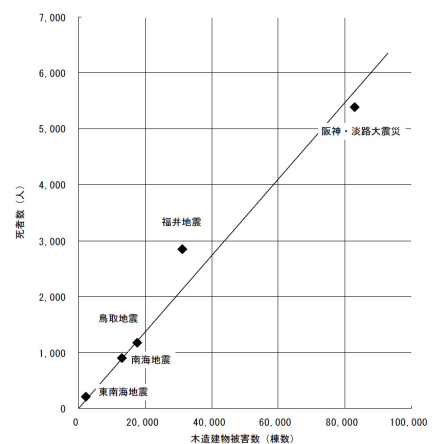
【算出式】

- ・死者数（木造）= $0.0676 \times \text{木造全壊棟数} \times (\text{木造建物内滞留人口}) / (\text{夜間人口})$
- ・死者数（非木造）= $t_n \times \text{非木造全壊棟数} \times (\text{非木造建物内滞留人口}) / (\text{夜間人口})$

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

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）

最近の5地震による全壊棟数と死者数の関係

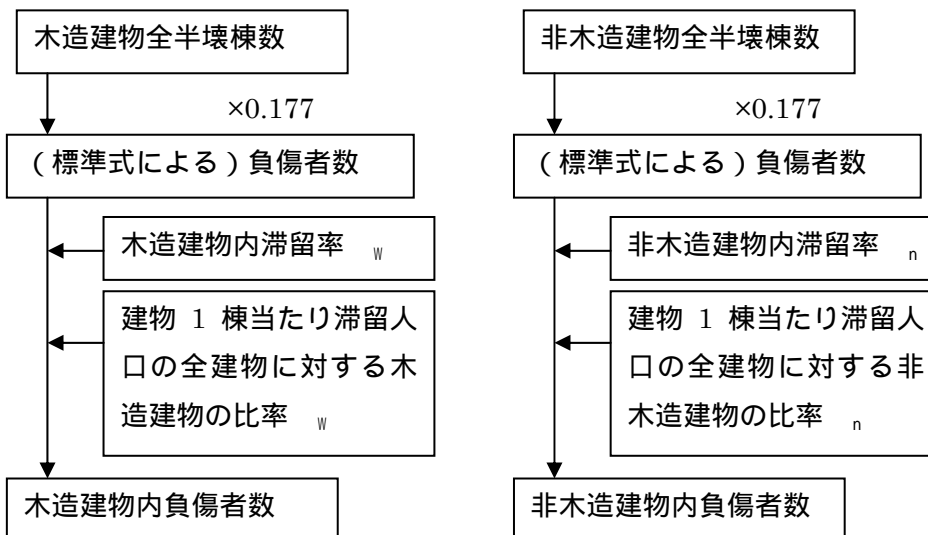


中央防災会議(2007)より抜粋

負傷者数

- ・近年の地震の鳥取県西部地震，新潟県中越地震，新潟県中越沖地震，能登半島地震，岩手・宮城内陸地震の主な被災市町村，東北地方太平洋沖地震の内陸被災市町村の建物被害数（全壊棟数，全半壊棟数）と負傷者数・重傷者数との関係を使用する。

建物被害率と負傷者率の関係



【算出式】

(木造建物における負傷者数)

$$\text{負傷者率} = 0.177 \times (\text{揺れによる木造全半壊棟数}) \times w \times w$$

(非木造建物における負傷者数)

$$\text{負傷者率} = 0.177 \times (\text{揺れによる非木造全半壊棟数}) \times n \times n$$

重傷者数

- ・負傷者と同じ算出方法である。

【算出式】

(木造建物における負傷者数)

$$\text{負傷者率} = 0.100 \times (\text{揺れによる木造全半壊棟数}) \times w \times w$$

(非木造建物における負傷者数)

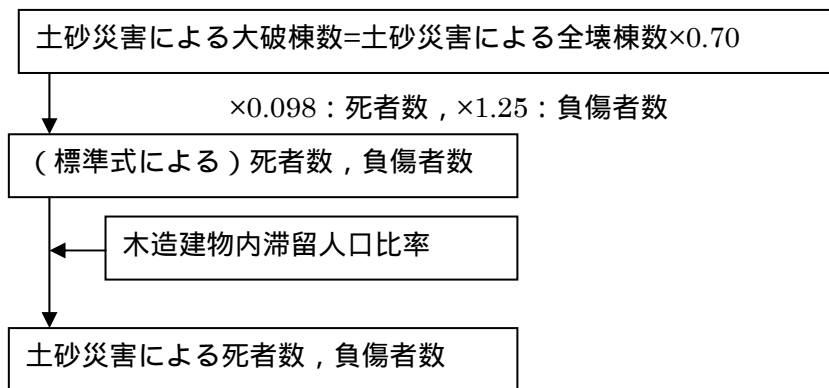
$$\text{負傷者率} = 0.100 \times (\text{揺れによる非木造全半壊棟数}) \times n \times n$$

(3) 土砂災害による人的被害

基本的な考え方

- ・急傾斜地崩壊危険箇所及び地すべり危険箇所を対象として，建物全壊棟数と人口データから，市町ごとに死者数，負傷者数，重傷者数を算出する。
- ・揺れにより引き起こされた斜面の崩壊（崖崩れ）により家屋が倒壊し，それに伴って人的被害が発生する場合は算出する。
- ・地震発生時刻の建物内滞留状況について考慮する。

土砂災害による人的被害の算出フロー



算出式

- ・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。（重傷者数は負傷者数の1/2としている）

$$\text{死者数} = 0.098 \times (\text{土砂災害による全壊棟数}) \times 0.7 \times (\text{木造建物内滞留人口比率})$$

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

$$\text{重傷者数} = (\text{負傷者数}) / 2$$

- ・上記の基本式に時間帯による建物内滞留者に関する以下の補正を加える。
- ・木造・非木造建物内滞留人口の24時間平均値は，早朝5時と昼12時の平均値とする。

$$\text{崖崩れによる木造建物死者数} = \text{基本式} \times \frac{\text{当該時間の木造建物内滞留人口}}{\text{木造建物内滞留人口の24時間平均値}}$$

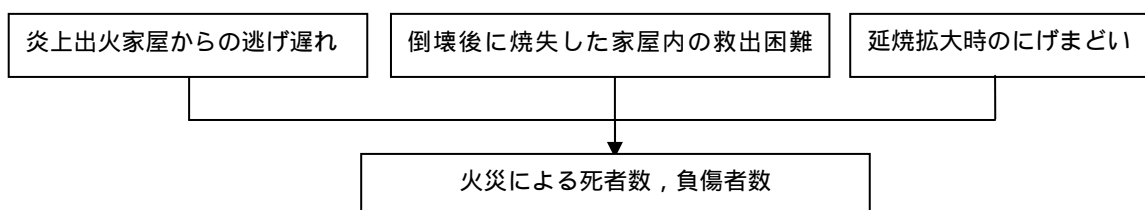
$$\text{崖崩れによる非木造建物死者数} = \text{基本式} \times \frac{\text{当該時間の非木造建物内滞留人口}}{\text{非木造建物内滞留人口の24時間平均値}}$$

(4) 火災による人的被害

基本的な考え方

- ・火災による建物被害と人口データ等から，市町ごとに死者数，負傷者数，重傷者数を算出する。
- ・次の3つの火災による死者発生シナリオに基づき算出する。

火災による人的被害の算出フロー



火災による死者発生要因

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 出火し，逃げられない人
延焼中	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 延焼が及び，逃げられない人
	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

死者数

ア 炎上出火家屋からの逃げ遅れによる死傷者

- ・死者数 = $0.046 \times \text{出火件数} \times (\text{発災時の屋内滞留人口} / \text{屋内滞留人口の24時間平均})$
係数 0.046 は，平成 17 年～22 年の 5 年間の全国における 1 建物出火(放火を除く)当たりの死者数

イ 倒壊後に焼失した家屋内の救出困難者

- ・逃げ遅れた人は，平時の火災における死者発生率から求める。

$$(\text{閉込めによる死者数}) = (\text{倒壊かつ焼失家屋内の救出困難な人}) \times (1 - \text{生存救出率 } 0.387)$$

$$(\text{倒壊かつ焼失家屋内の救出困難な人})$$

$$= (1 - \text{早期救出可能な割合 } 0.72) \times (\text{倒壊かつ焼失家屋内の要救助者数})$$

$$(\text{倒壊かつ焼失家屋内の要救助者数})$$

$$= (\text{建物倒壊による自力脱出困難者発生率})$$

$$\times (\text{倒壊かつ焼失の棟数} / \text{倒壊建物数})$$

ウ 延焼中の逃げまどいによる死者数

・東京都の被害想定手法（H9）に基づき，延焼拡大時の死者数を，過去の大火被害における焼失棟数と死者数のデータを用いて導いた関係により算出する。

（延焼火災による死者数）

$$= \{ 0.8423 \times (\text{単位時間当たりの焼失棟数}) - 158.96 \} \times (\text{屋内滞留人口比率})$$

ただし，単位時間当たりの焼失棟数 < 192.7 のとき

（延焼火災による死者数）

$$= 0.0173 \times (\text{単位時間当たりの焼失棟数}) \times (\text{屋内滞留人口比率})$$

（屋内滞留人口比率）

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

注) 炎上家屋内における死傷者及び延焼家屋内における死傷者数から揺れによる死傷者数とのダブルカウントの除去を行なう。

負傷者数

ア 炎上出火家屋からの逃げ遅れ

（出火直後の火災による重傷者数）

$$= 0.238 \times \text{出火件数} \times (\text{発災時の屋内滞留人口} / \text{屋内滞留人口の 24 時間平均})$$

（出火直後の火災による軽傷者数）

$$= 0.596 \times \text{出火件数} \times (\text{発災時の屋内滞留人口} / \text{屋内滞留人口の 24 時間平均})$$

イ 延焼拡大時の逃げまどい

（延焼火災による重傷者数）

$$= 0.0053 \times (\text{焼失棟数}) \times (\text{屋内滞留人口比率})$$

（延焼火災による軽傷者数）

$$= 0.0136 \times (\text{焼失棟数}) \times (\text{屋内滞留人口比率})$$

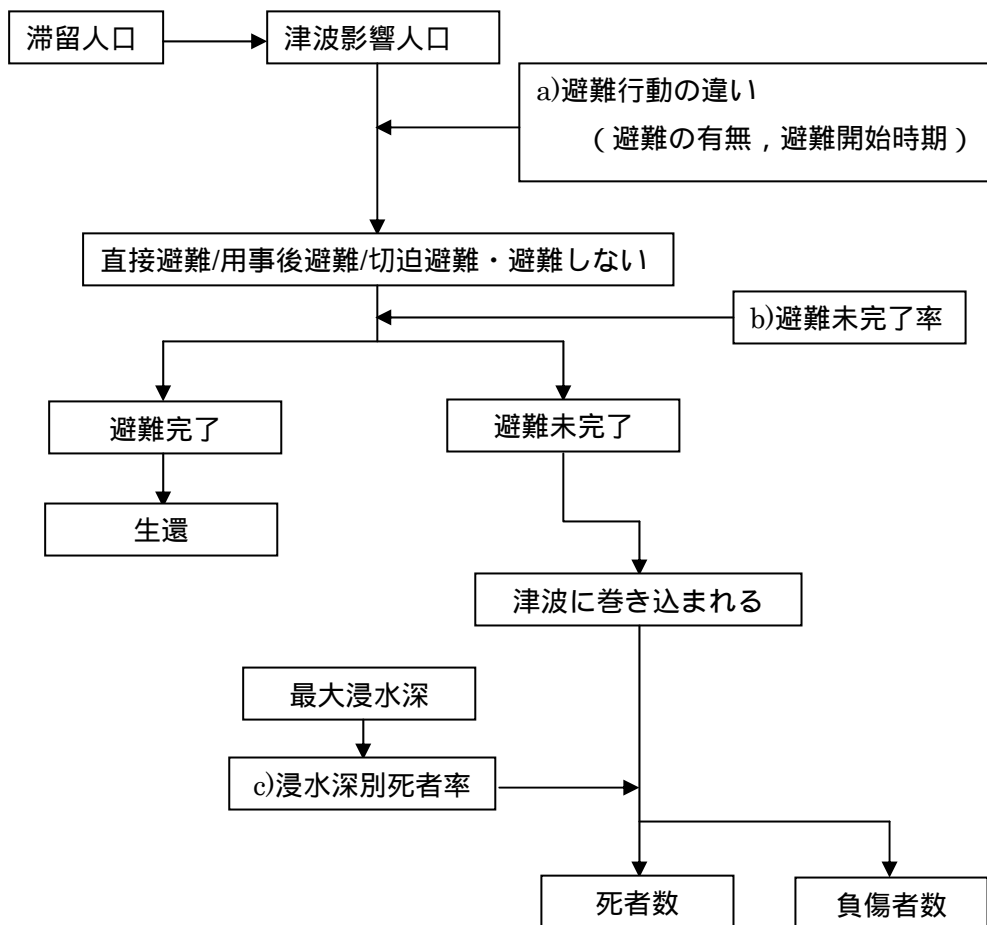
注) 炎上家屋内における死傷者及び延焼家屋内における死傷者数から揺れによる死傷者数とのダブルカウントの除去を行なう。

(5) 津波による人的被害

基本的な考え方

- ・ 津波浸水域において津波が到達する時間（浸水深 30cm 以上）までに避難が完了できなかった者を津波に巻き込まれたものとし、そこでの浸水深をもとに死者数、負傷者数を算出する。
- ・ a)避難行動の違い（避難の有無、避難開始時期）、b)津波到達時間までの避難完了成否、c)津波に巻き込まれた場合の死者発生度合いの3つに分けて設定する。
- ・ 揺れによる建物倒壊に伴う自力脱出困難者は津波から避難できないものとする。

津波による人的被害の算出フロー



【算出式】

死者数 = 避難未完了者 × 浸水深別死者率

負傷者 = 避難未完了者のうち生存者全員

避難行動の違い（避難の有無，避難開始時期）

- ・「対策検討ワーキンググループ」では，東日本大震災の被災地域での調査結果（「津波避難等に関する調査結果」（内閣府・消防庁・気象庁））及び過去の津波被害（北海道南西沖地震，日本海中部地震）の避難の状況を踏まえ，次表のような4つの避難パターンを設定している。今回はこのうちの早期避難者比率が低い場合（早期避難率低）を考える。

避難の有無，避難開始時期の設定

	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）	避難するがすぐに避難しない （用事後避難）	
全員が発災後すぐに避難を開始した場合 （避難開始迅速化）	100%	0%	0%
早期避難者比率が高く，さらに津波情報の伝達や避難の呼びかけが効果的に行われた場合 （早期避難率高+呼びかけ）	70%	30%	0%
早期避難者比率が高い場合（早期避難率高）	70%	20%	10%
早期避難者比率が低い場合（早期避難率低）	20%	50%	30%

出典：「対策検討ワーキンググループ」

避難未完了率

- ・発災時の所在地から安全な場所まで避難完了できない人の割合，つまり避難未完了率については次の考え方で算出する。

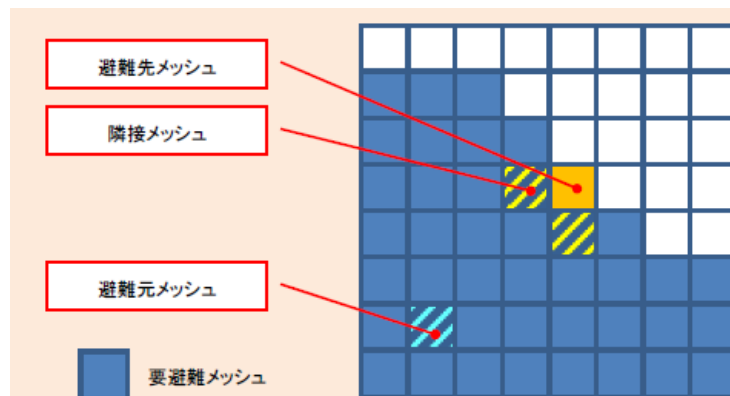
【避難判定方法】

1) 要避難メッシュの特定

最大津波浸水深が 30cm 以上となる要避難メッシュを特定

2) 避難先メッシュの設定

各要避難メッシュ（避難元メッシュ）から最短距離にあり，かつ避難元メッシュよりも津波浸水深 1cm 到達時間が長い，津波浸水深 30cm 未満の避難先メッシュを特定する。



3) 避難距離の算出

メッシュ中心間の直線距離の 1.5 倍を避難距離とする。(東日本大震災の実績)

4) 避難完了所要時間の算出

各要避難メッシュについて、避難距離を避難速度(東日本大震災の実績から平均時速 2.65km/h と設定)で割って避難完了所要時間を算出する。なお、避難開始時間は、昼間発災時は、直接避難者で発災 5 分後、用事後避難者で 15 分後とし、切迫避難者は当該メッシュに津波が到達してから避難するものとする。夜間の場合には、避難開始は昼間に比べてさら 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%に低下するものとする。

5) 避難成否の判定

各要避難メッシュについて、避難先メッシュの隣接メッシュにおける浸水深 30cm 到達時間と避難先メッシュまでの避難完了所要時間を比較し、避難行動者別に避難成否を判定する。

【高層階滞留者の考慮】

- ・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は避難せずにとどまることができる場合を考慮する。
- ・最大浸水深別の避難対象者を次のように設定する。
- ・本委員会で対象とする津波浸水深は、ほとんどが 6m 未満であるため、1, 2 階滞留者が避難すると考える。

最大浸水深別の避難対象者

最大浸水深	避難対象者
30cm 以上 6m 未満	1, 2 階滞留者が避難
6m 以上 15m 未満	1~5 階滞留者が避難
15m 以上 30m 未満	1~10 階滞留者が避難
30m 以上の場合	全員避難

出典：「対策検討ワーキンググループ」

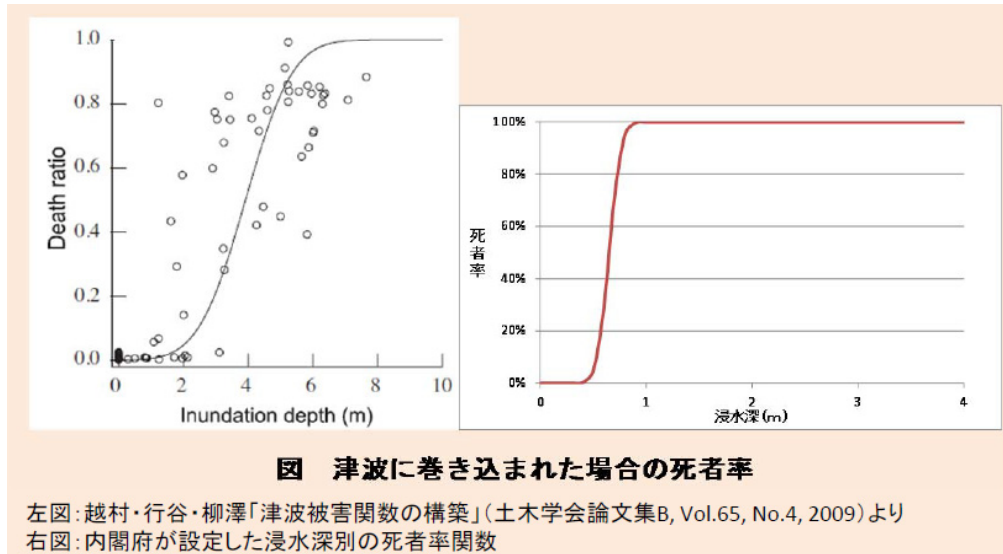
【津波避難ビルの考慮】

- ・山口県内では、津波避難ビルによる人的被害軽減効果を考慮したケースは検討しない。

浸水深別死者数

- ・津波に巻き込まれた際の死者数については、下図の死者率を適用する。なお、生存者全員が負傷するものと仮定する。(浸水深 30cm 以上で死者が発生し始め、浸水深 1m では全員が死亡すると仮定した関数である。)
- ・津波浸水深は、メッシュ内にある 10m メッシュの浸水深の平均値を用いた。
- ・負傷者における重傷者と軽傷者の割合については、北海道南西沖地震における奥尻町の人的被害の事例を参考にし、重傷者：軽傷者=34:66 とする。

浸水深別死者率



出典:「対策検討ワーキンググループ」

【揺れによる建物倒壊に伴う死者及び自力脱出困難者の考慮】

- ・浸水域内における揺れによる建物倒壊に伴う死者については、建物倒壊による死者としてカウントする。
- ・浸水域内における揺れによる建物倒壊に伴う自力脱出困難者(うち生存者)については、津波による死者としてカウントするものとする。(近隣住民等による救助活動が行われずに、建物倒壊により閉じ込められた状態で浸水する可能性があるとともに、浸水地域の救助活動が難航し、一定時間を経過すると生存率が低下することを考慮)

【年齢構成を考慮した死傷者数の算出】

- ・東日本大震災における岩手、宮城、福島の被災地では、生存者においては高齢者ほど直後の避難率が高い傾向があるが、65歳以上及び75歳以上の方は結果として死者率が他年齢に比べて高い。したがって、年齢構成が東日本大震災の被災地の状況よりも高齢化していれば津波に巻き込まれる可能性がより高いものとする。
- ・全国における年齢構成を考慮した人的被害を推定するため、国勢調査に基づくメッシュごとの年齢区分比率をもとにして、次式により人的被害補正係数を算出し、算出したメッシュ別死傷者数に乘じるものとする。

メッシュ別の人的被害補正係数

= (年齢区分別比率 × 年齢区分別重み係数)

= 15歳未満人口比率 × 0.34 + 15～64歳人口比率 × 0.62

+ 65～74歳人口比率 × 1.79 + 75歳以上人口比率 × 2.81

【夏期の海水浴客等観光客の考慮】

- ・ 浸水域内に海水浴場等が存在するところでは、夏期のピーク時には住民数（夜間人口・昼間人口）と比較しても無視できない人数の海水浴客が存在することから、津波による人的被害の算出において、海水浴客の被害を算出する。
- ・ 市町単位の海水浴入り込み数（7・8月の月単位データ）をもとに、7・8月中の休日及び盆休み等に集中すること、ピーク時には一日単位利用者数の100%がいることを仮定し、これらの海水浴客等観光客の分だけ津波浸水域内人口が増加すると考えて、海水浴客人的被害増加率を設定する。

(6) 屋内収容物移動・転倒，屋内落下物による人的被害

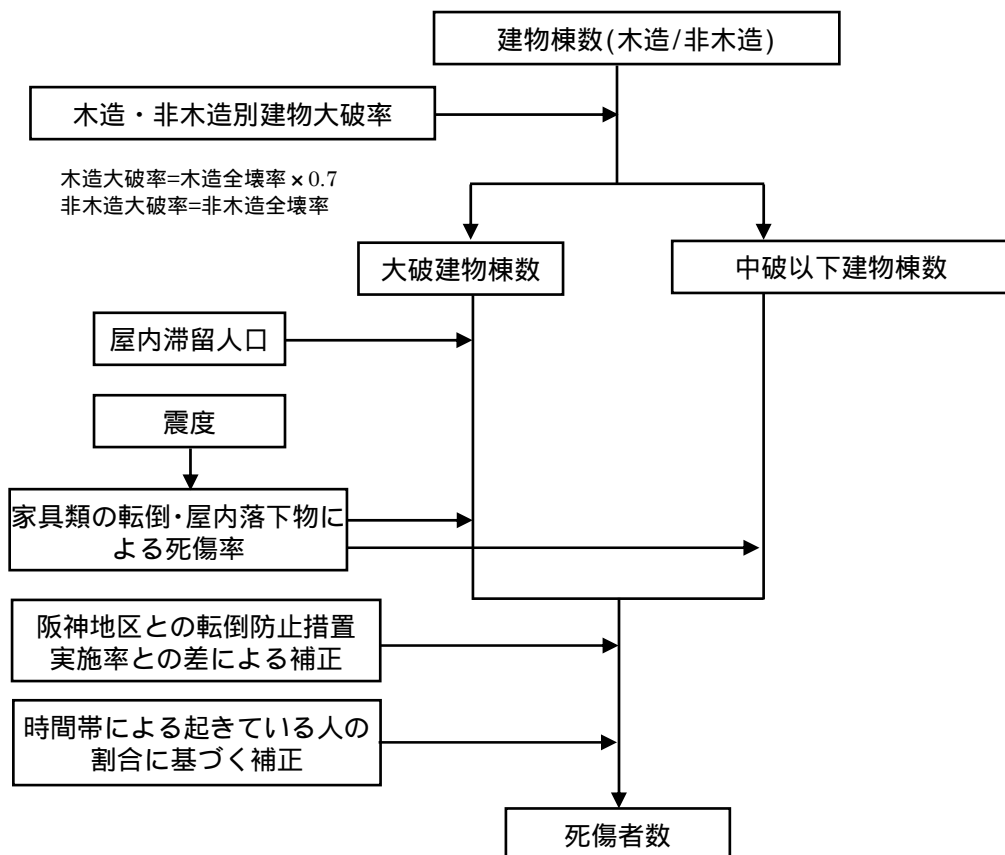
想定的基本的考え方

- ・震度分布と人口データ等から，市町ごとに死者数，負傷者数，重傷者数を算出する。
- ・「建物倒壊による人的被害」の内数として算出する。ただし，震度分布が小さい場合には，建物倒壊による人的被害よりも，屋内収容物移動・転倒による人的被害の方が大きくなる場合がある。このような場合には，「建物倒壊による人的被害」＝「屋内収容物移動・転倒による人的被害」と判定する。この判定は，市町単位に行う。
- ・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を対象とする。
- ・転倒防止措置実施状況に応じて被害率を補正する。
(家具転倒防止・落下物防止実施率 15.6%：山口県内の市町アンケート結果の平均値)

屋内収容物移動・転倒，屋内落下物による死傷者

- ・阪神・淡路大震災時の実態に基づき設定された，家屋全壊の場合とその他の場合の死傷者率を使用する。
- ・当時の阪神地区と山口県の家具転倒防止実施率（15.6%）との比を補正係数として乗じる。

屋内収容物移動・転倒・屋内落下物による死傷者算出フロー



屋内転倒物による死者率

震度	大破の場合		中破以下の場合	
	木造建物	非木造建物	木造建物	非木造建物
震度 7	0.314%	0.192%	0.00955%	0.000579%
震度 6 強	0.255%	0.56%	0.00689%	0.56%
震度 6 弱	0.113%	0.0688%	0.00343%	0.000208%
震度 5 強	0.0235%	0%	0.000715%	0.0000433%
震度 5 弱	0.00264%	0%	0.0000803%	0.00000487%

出典：「対策検討ワーキンググループ」

屋内落下物による死者率

震度	大破の場合		中破以下の場合	
	木造建物	非木造建物	木造建物	非木造建物
震度 7	0.0776%	0.0476%	0.00270%	0.000164%
震度 6 強	0.0542%	0.0351%	0.00188%	0.000121%
震度 6 弱	0.0249%	0.0198%	0.00087%	0.000068%
震度 5 強	0.0117%	0%	0.000407%	0.0000404%
震度 5 弱	0.00586%	0%	0.0002036%	0.00002275%

出典：「対策検討ワーキンググループ」

屋内ガラスによる死者率

震度	死者率
震度 7	0.00030%
震度 6 強	0.00026%
震度 6 弱	0.00018%
震度 5 強	0.00010%
震度 5 弱	0.000022%

屋内ガラスによる負傷者率

震度	負傷者率	重傷者率
震度 7	0.056%	0.0080%
震度 6 強	0.049%	0.0069%
震度 6 弱	0.034%	0.0048%
震度 5 強	0.019%	0.0027%
震度 5 弱	0.0041%	0.00058%

出典：「対策検討ワーキンググループ」

屋内転倒物による負傷者率

震度	大破の場合		中破以下の場合	
	負傷者率	重傷者率	負傷者率	重傷者率
震度 7	3.69%	0.995%	0.112%	0.0303%
震度 6 強	3.00%	0.809%	0.0809%	0.0218%
震度 6 弱	1.32%	0.357%	0.0402%	0.0109%
震度 5 強	0.276%	0%	0.00839%	0.00226%
震度 5 弱	0.0310%	0%	0.000943%	0.000255%

出典：「対策検討ワーキンググループ」

屋内落下物による負傷者率

震度	大破の場合		中破以下の場合	
	負傷者率	重傷者率	負傷者率	重傷者率
震度 7	1.76%	0.194%	0.0613%	0.00675%
震度 6 強	1.23%	0.135%	0.0428%	0.004710%
震度 6 弱	0.566%	0.0623%	0.0197%	0.00216%
震度 5 強	0.266%	0%	0.00926%	0.00102%
震度 5 弱	0.133%	0%	0.00463%	0.000509%

出典：「対策検討ワーキンググループ」

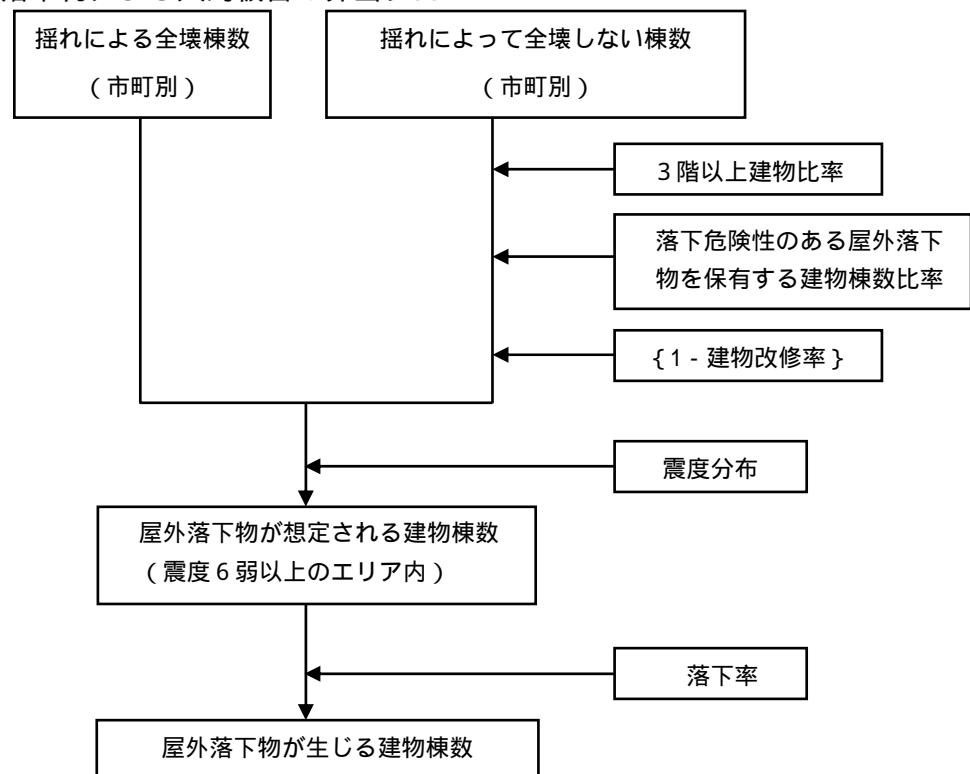
(7) 屋外落下物による人的被害

全壊建物及びその他の建物のうち3階建て以上の非木造建物で落下危険性のある付帯物を保有する建物棟数比率から、落下物の発生が想定される建物棟数を算出し、これに落下率を掛けることで落下物の生じる建物棟数を算出する。さらに、この建物棟数からの窓ガラスの落下による市町ごとの死者数、負傷者数、重傷者数を算出する。

想定的基本的考え方

- ・揺れによって全壊する建物については、すべての建物が落下物の発生が想定されるものとする。
- ・揺れによって全壊しない建物のうち落下が想定される建物棟数は、震度6弱以上のエリア内における3階以上の非木造建物棟数に、落下物を保有する建物棟数比率と安全化指導実施による建物改修率を掛けることで算出する。
- ・建物改修率には、東京都の被害想定手法(1997)で用いている平均改修率87%を用いる。

屋外落下物による人的被害の算出フロー



【算出式】

$$\begin{aligned}
 (\text{落下物が生じる建物数}) &= (\text{落下が想定される建物棟数 (震度6弱以上)}) \times (\text{落下率}) \\
 (\text{落下が想定される建物棟数}) &= (\text{揺れによる全壊棟数}) \\
 &\quad + (\text{非木造3階以上建物 (全壊除く)}) \times (\text{落下物保有率}) \times (1 - (\text{建物改修率}))
 \end{aligned}$$

落下危険性のある屋外落下物を保有する建物棟数比率

- ・屋外落下物を保有する建物棟数比率は、東京都の調査結果(東京都(1997))をもとに、対象となる建物の建築年別に設定する。

落下危険性のある屋外落下物を保有する建物棟数比率

建築年代	飛散物(窓ガラス、壁面等)	非飛散物(吊り看板等)
～昭和45年	30%	17%
昭和46年～55年	6%	8%
昭和56年～	0%	3%

出典：東京都における直下型地震の被害想定に関する調査報告書(東京都, H9)

落下率

- ・落下物の発生が想定される建物のうち落下が生じる建物の割合(落下率)には、東京都(1997)で設定したブロック塀の被害率と同じ式を用いる。

落下率算出式

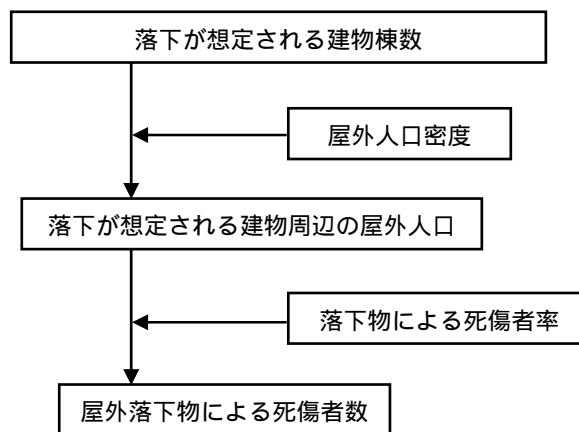
$$(\text{落下率})(\%) = -12.6 + 0.07 \times (\text{地表最大加速度})(\text{gal})$$

ただし、右辺の式の値が負になる場合は0%に、100を超える場合は100%に置き換える。

屋外落下物による死傷者数

- ・宮城県沖地震(1978)時の落下物による被害事例に基づき、静岡県の第3次被害想定(2001)において設定した窓ガラスの落下による死傷者率を用いる。

屋外落下物による人的被害の算出フロー



【算出式】

$$(\text{死傷者数}) = (\text{死傷者率}) \times (\text{市町別の落下危険性のある落下物を保有する建物棟数比率}) \times ((\text{市町別屋外人口密度}) / 1689.16) \quad (\text{人} / \text{km}^2)$$

屋外落下物による死傷者率

震度	死者率	負傷者率	重傷者率
震度 7	0.00504%	1.69%	0.0816%
震度 6 強	0.00388%	1.21%	0.0624%
震度 6 弱	0.00239%	0.700%	0.0383%
震度 5 強	0.000604%	0.0893%	0.00945%
震度 5 弱	0%	0%	0%
震度 4 以下	0%	0%	0%

* 火災予防審議会・東京消防庁「地震時における人口密集地域の災害危険要因の解明と消防対策について」（平成 17 年）における屋外落下物（壁面落下）と屋外ガラス被害による死者率の合算値

* 震度 7 を計測震度 6.5 相当、震度 6 強以下を各震度階の計測震度の中間値として内挿補間する。

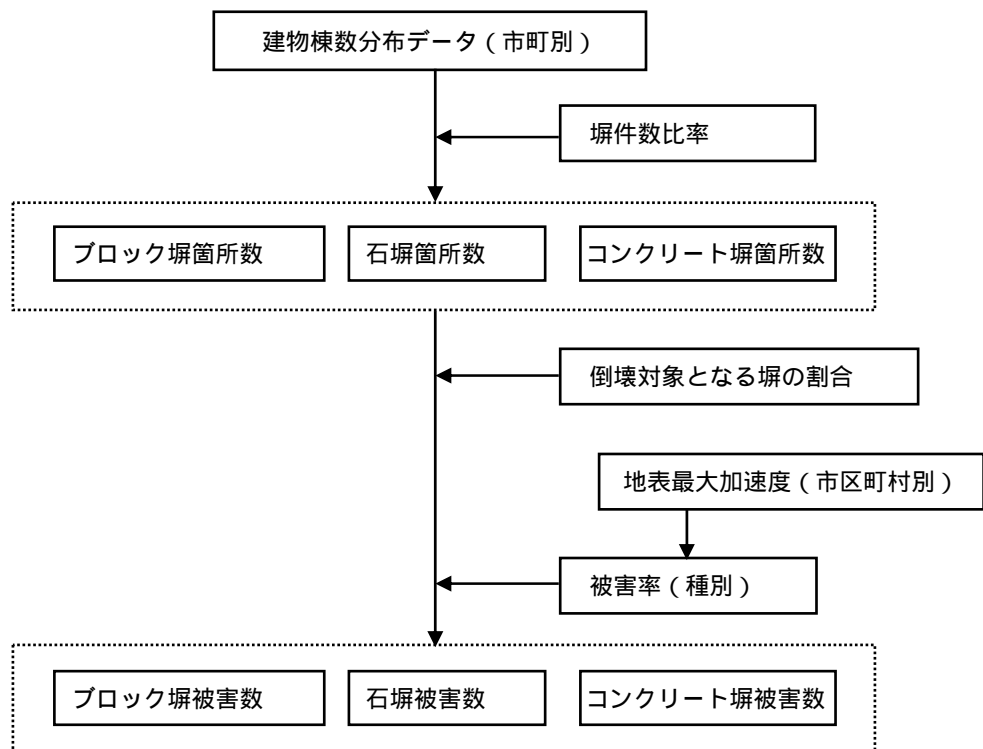
(8) ブロック塀等の倒壊による人的被害

建物あたりのブロック塀等の存在割合からブロック塀,石塀等の分布数を求め,地震動の強さと被害率との関係式を用いて各施設の被害数を求める。さらに,この被害数に死傷者率を掛けて市町ごとの死者数,負傷者数,重傷者数を算出する。

想定的基本的考え方

- ・建物あたりのブロック塀等の存在割合から,ブロック塀,石塀等の分布数を求める。
- ・ブロック塀等の倒壊防止対策の実施率を踏まえ,地震動の発生に伴う各施設の被害数を求める。
- ・算出に用いる被害率は,宮城県沖地震の被害実態データを参考に作成する。

ブロック塀等の被害算出フロー



【算出式】

$$(\text{塀被害数}) = (\text{倒壊対象となる塀件数}) \times (\text{被害率})$$

$$(\text{倒壊対象となる塀件数}) = (\text{塀件数}) \times (\text{倒壊対象となる割合})$$

塀件数

- ・東京都の調査結果（H9年）による木造住宅棟数と塀件数との関係を参考に、塀件数を求める。

塀件数の算出式

ブロック塀	石塀	コンクリート塀
$0.30 \times (\text{木造住宅棟数})$	$0.035 \times (\text{木造住宅棟数})$	$0.036 \times (\text{木造住宅棟数})$

出典) 東京都における直下地震の被害想定に関する調査報告書(東京都, H9)の表 5.2-3の「その他の市区町村」

木造建物棟数と木造住宅棟数は一致しないが、対象地域においてその比率を把握するデータがないため、計算上は安全側を見て一致するものとしている。

倒壊対象となる塀の割合

- ・東京都による各塀の危険度調査結果から、外見調査の結果、特に改善の必要のない塀の比率が設定されている。
- ・東京都の手法に基づき、このうち半分は改訂耐震基準を十分満たしており、倒壊の危険性はないものとする。

倒壊対象となる塀の割合

塀の種類	外見調査の結果特に改善が必要のない塀の比率(A)	倒壊対象となる割合 ($1 - 0.5A$)
ブロック塀	0.500	0.750
石塀	0.362	0.819
コンクリート塀	0.576	0.712

出典) 東京都における直下地震の被害想定に関する調査報告書(東京都, H9)

被害率

- ・宮城県沖地震の時の地震動の強さとブロック塀等の被害率との関係に基づき、市区町村別の平均加速度に対して下式を設定した。

被害率算出式

(ブロック塀被害率)(%)	=	$-12.6 + 0.07 \times (\text{地表最大加速度})$	(gal)
(石塀被害率)(%)	=	$-12.6 + 0.07 \times (\text{地表最大加速度})$	(gal)
(コンクリート被害率)(%)	=	$-12.6 + 0.07 \times (\text{地表最大加速度})$	(gal)

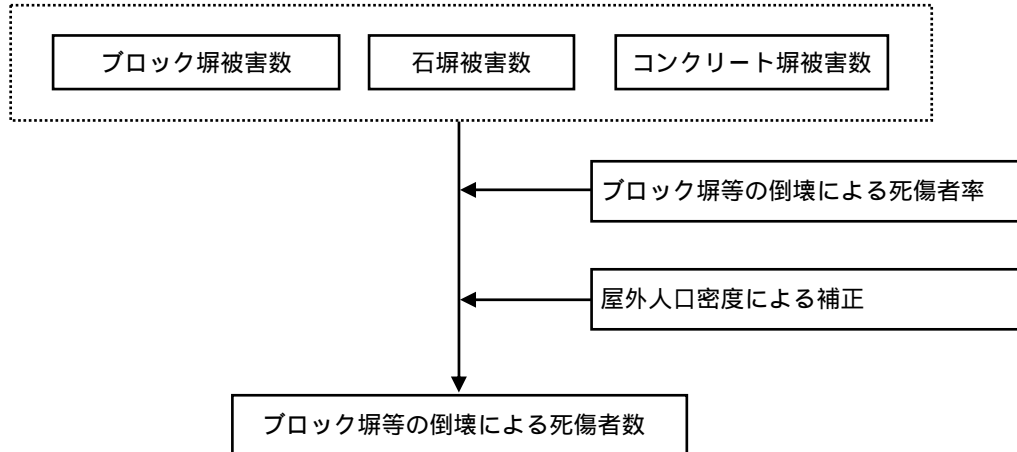
ただし、右辺の式の値が負になる場合には0%に、100を超える場合には100%に置き換える。

出典) 東京都における直下地震の被害想定に関する調査報告書(東京都, H9)

ブロック塀等の倒壊による死傷者数

- ・ブロック塀等の倒壊については，東京都の被害想定手法(1997)に基づき，宮城県沖地震(1978)時のブロック塀等の被害件数と死傷者数との関係から死傷者率を設定する。

ブロック塀等の倒壊による人的被害の算出フロー



【算出式】

$$\begin{aligned}
 (\text{死傷者数}) &= (\text{死傷者率}) \times (\text{市町別の種別塀被害件数}) \\
 &\quad \times ((\text{区市町村別屋外人口密度}) / 1689.16) (\text{人} / \text{km}^2)
 \end{aligned}$$

- ・死傷者率は，宮城県沖地震時の仙台市の屋外人口密度(1689.16 人/km²)を前提とした値であるため，屋外人口密度に応じて補正する。

死傷者率

死者率	負傷者率	重傷者率
0.00116	0.04	0.0156

出典) 死傷率：東京都被害想定 (H9)
 負傷者率・重傷者率：第3次地震被害想定結果 (静岡県, H13年)

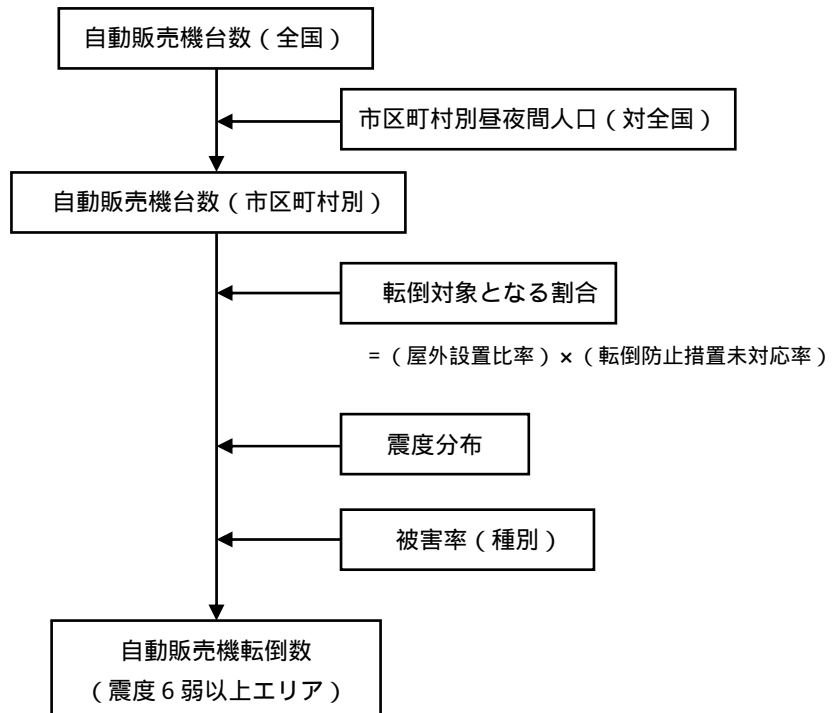
(9) 自動販売機の転倒による人的被害

自動販売機の転倒は阪神・淡路大震災時の転倒率に基づき算出し、死傷者率を設定して市町ごとの死者数、負傷者数、重傷者数を算出する。

想定的基本的考え方

- ・自動販売機の転倒対象となる割合は、屋外設置比率と転倒防止措置未対応率より設定する。
- ・これと阪神・淡路大震災時の実態から設定される被害率より、震度6弱以上のエリアの転倒数を算出する。

自動販売機の転倒被害の算出フロー



【算出式】

$$\begin{aligned} \text{(自動販売機被害件数)} &= \text{(転倒対象となる自動販売機台数)} \times \text{(被害率)} \\ \text{(転倒対象となる自動販売機台数)} \\ &= \text{(自動販売機台数)} \times \text{(屋外設置比率)} \times \text{(転倒防止措置未対応率)} \end{aligned}$$

自動販売機台数

- ・自動販売機の台数は、全国の台数(551万台*)を各市町に次の式で配分して求める。

【算出式】

$$\begin{aligned} \text{(自動販売機台数)} &= \text{(全国自動販売機台数)} \times \{ \text{(市町村夜間人口)} + \text{(市町村昼間人口)} \} \\ &\quad \div \{ \text{(全国夜間人口)} + \text{(全国昼間人口)} \} \end{aligned}$$

転倒対象となる自動販売機の割合

- ・転倒対象となる自動販売機の割合は、次の屋外設置比率と転倒防止措置未対応率より設定する。

屋外設置比率：約 60%（清涼飲料水メーカーへのヒアリングによる）

転倒防止措置未対応率：約 10%（防止対策の進捗状況を踏まえて設定）

被害率

- ・自動販売機の被害率は、阪神・淡路大震災時の（概ね震度 6 弱以上の地域における）転倒率により設定する。

阪神・淡路大震災時の（概ね震度 6 弱以上の地域における）転倒率

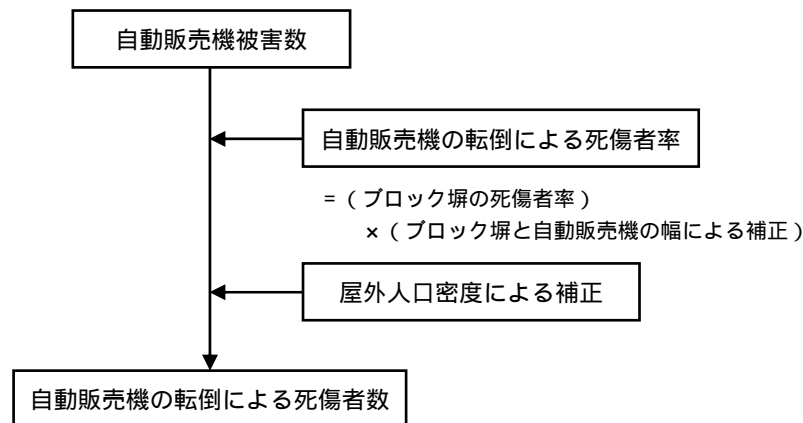
25,880 台 / 124,100 台 = 約 20.9%

（神戸市，西宮市，尼崎市，宝塚市，芦屋市，淡路島市：全数調査）

自動販売機の転倒による人的被害

- ・既往災害等による被害事例や被害想定手法の検討例は存在しないため、ブロック塀の倒壊による死傷者算出式を適用する。
- ・ただし、ブロック塀と自動販売機の幅の違いによる死傷者率の違いを考慮する。

自動販売機の転倒による人的被害の算出フロー



【算出式】

$$\begin{aligned} (\text{死傷者数}) &= (\text{死傷者率}) \times (\text{市町別の自動販売機被害件数}) \\ &\quad \times \{ (\text{市区町村別屋外人口密度}) / 1689.16 \} (\text{人} / \text{km}^2) \end{aligned}$$

- ・自動販売機の転倒による死傷者については、ブロック塀数と同じ死傷者率とし、自動販売機とブロック塀の幅の平均長の比(1:12.2)*によって補正する。

*東京都において、ブロック塀の幅は最大でおよそ 12.2m(=1 棟あたり敷地面積の平方根)とし、自動販売機の幅については統計的な実測データは存在しないため、仮に 1m とし、両者の比を設定する。

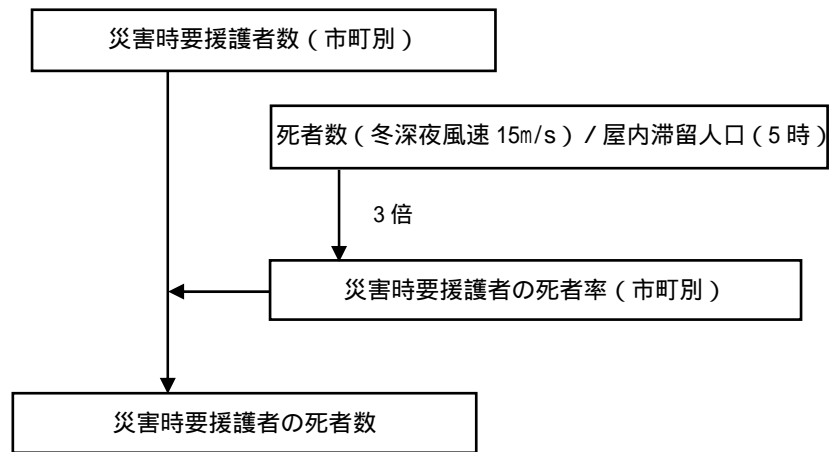
(10) 災害時要援護者（避難行動要支援者）の被害

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、乳幼児）の死者数を算出する。

想定的基本的考え方

- ・ 県内の災害時要援護者数を算出し、阪神・淡路大震災時の災害時要援護者の死者率を掛けて算出する。

災害時要援護者の死者数算出フロー



【算出式】

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

災害時要援護者

- ・ 一人暮らし高齢者は、市町の65歳以上一人暮らし高齢者人口から後期高齢者（75歳以上）を年齢別推計人口比率から抽出して要援護者とする。
- ・ 身体障害者は、身体障害者手帳等級別所有者数のうち1・2級対象者とする。
- ・ 知的障害者は、療育手帳A交付者を対象とする。
- ・ 乳幼児は、0歳から6歳までとする。

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倍を用いる。（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%）
- ・ 市町毎の平均死者率は、冬深夜の風速15m/sの死者率を用いる。

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

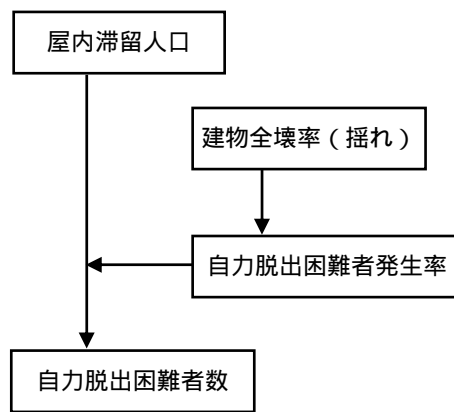
(1 1) 自力脱出困難者の発生（揺れによる建物倒壊に伴う要救助者）

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。

想定的基本的考え方

- ・ 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(2000)や東京都(1997)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。

自力脱出困難者数の算出フロー



【算出式】

$$\begin{aligned}
 (\text{自力脱出困難者数}) &= (\text{屋内滞留人口}) \times (\text{自力脱出困難者発生率}) \\
 (\text{自力脱出困難者発生率}) &= 0.117 \times (\text{揺れによる建物全壊率})
 \end{aligned}$$

自力脱出困難者発生率（下敷き・生き埋め者率）

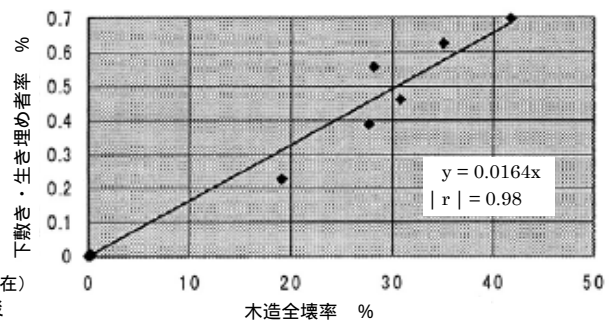
- ・ 阪神・淡路大震災における木造建物の全壊率と消防団によって救出された要救助者率の関係は次のように表される(1997年東京都)。

$$(\text{消防団によって救出された下敷き・生き埋め者率}) = 0.0164 \times (\text{木造全壊率})$$

- ・ 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」

- ・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(1997 年東京都)。

【算出式】

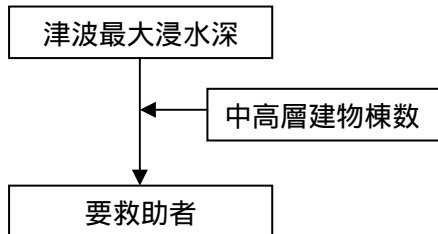
$$\begin{aligned} \text{(自力脱出困難者発生率)} &= \text{(消防団に救助された下敷き・生き埋め者率)} \div 0.14 \\ &= 0.0164 \times \text{(建物全壊率)} \div 0.14 \\ &= 0.117 \times \text{(建物全壊率)} \end{aligned}$$

(1 2) 津波被害に伴う要救助者・要搜索者

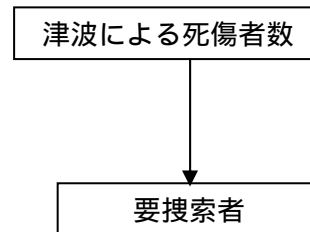
基本的な考え方

- ・ 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算出する。
- ・ 津波による死傷者を初期の要搜索需要と考える。

津波被害に伴う要救助者



津波被害に伴う要搜索者



【算出式】

要救助者数 = 最大浸水深 1m 以上の地域で 3 階以上の滞留者
 要搜索者数 (最大値) = 津波による漂流者数 (= 死傷者数)

要救助者数

- ・ 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と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者となると考え、次表の考え方に沿って、要救助者数を算出する。
- ・ ただし、最大浸水深が 1m 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 1m 以上の地域で発生するものとする。
- ・ また、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。

最大浸水深別の要救助者の設定の考え方

最大浸水深	中高層階滞留者に伴う要救助者の設定の考え方
1m 未満	(自力脱出可能とみなす)
1m 以上 6m 未満	3 階以上の滞留者が要救助対象
6m 以上 15m 未満	6 階以上の滞留者が要救助対象
15m 以上	11 階以上の滞留者が要救助対象

要搜索者数

- ・ 「津波に巻き込まれた人 (避難未完了者 = 津波による死傷者)」を津波被害に伴う初期の要搜索者と考える。(搜索が進むにつれ、行方不明者が死亡者や生存者として判明していくため、時系列でみた場合、津波に巻き込まれた人が要搜索者の最大値として想定される。)

津波被害に伴う要搜索者数 (最大値) = 津波による漂流者数 (= 死傷者数)

5 ライフライン被害

(1) 上水道

県内の工業用水道を含む水道管について、被害箇所数をメッシュ単位で算出し、市町ごとの断水人口を算出する。

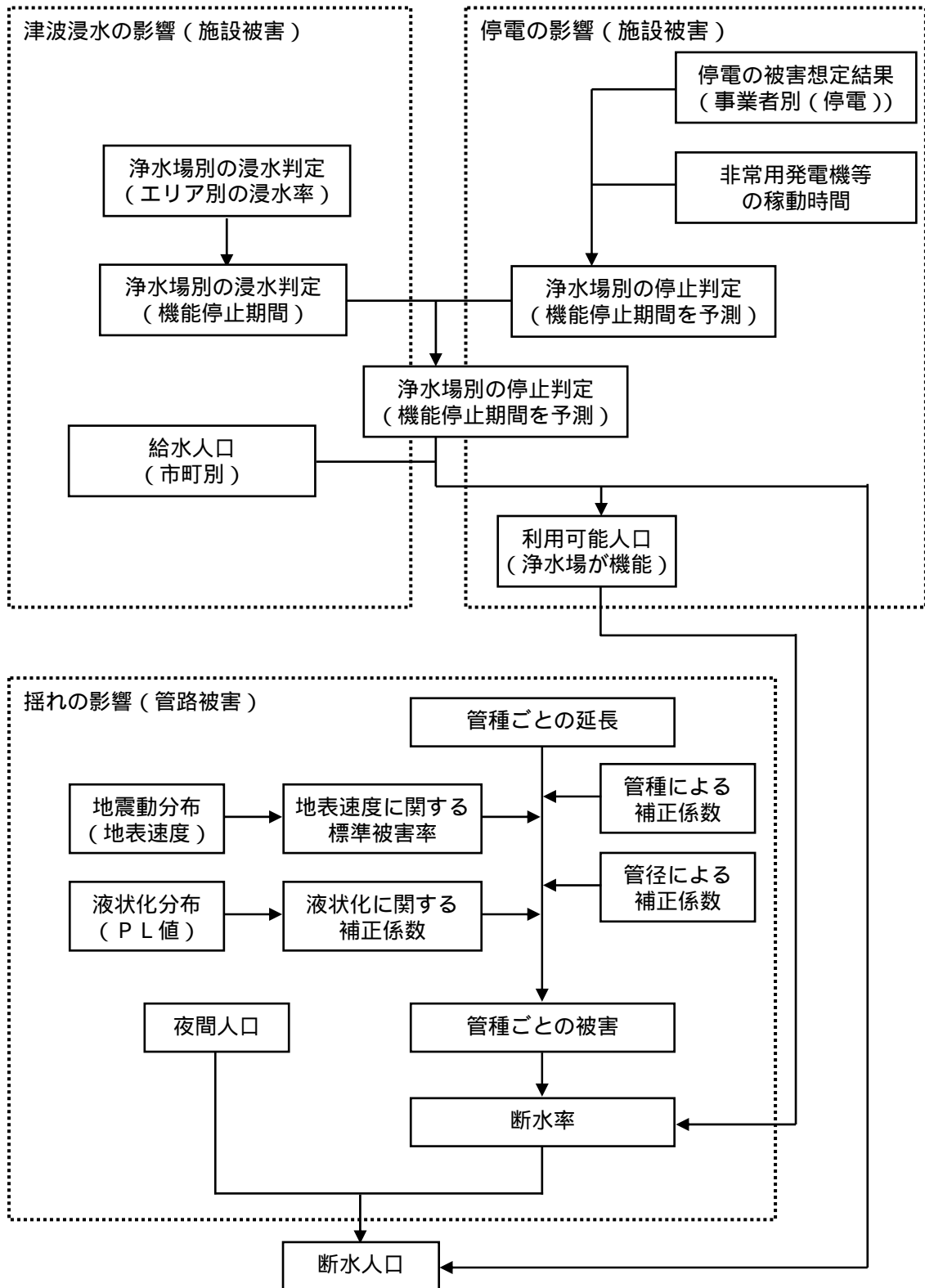
上水道管延長データ

市町及び県企業局より簡易水道や工業用水道を含む水道管（導水管，送水管，給水管を除く配水本管，配水支管）について管種・管径ごとの延長データ及び位置情報を収集し、メッシュ単位で整理する。

想定手法

- ・浄水場等の拠点施設は、耐震対策が実施されてきているが、これら施設の一部が被災した場合、水供給の停止が広域に及ぶ可能性がある。このため津波浸水及び停電による浄水場の機能停止判定を行う。
- ・導水管，送水管については、整備水準によっては耐震性の検討を要するものもあるが、ここでは、H19年度の被害想定と同様に機能低下に至る大きな被害がないものとする。
- ・揺れによる影響は、水道管の物的被害率から断水率を算出する。
- ・断水率については、阪神・淡路大震災を含む過去の地震の被害事例を基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)を用いる。

上水道の断水人口算出フロー



【算出式】

$$\begin{aligned}
 (\text{断水人口}) &= (\text{津波浸水の影響による断水人口}) + \\
 &\quad (\text{浄水場停止による断水人口}) + (\text{管路被害による断水人口})
 \end{aligned}$$

【津波浸水の影響（施設被害）】

- ・津波浸水の影響は，エリア別の浸水深から浄水場の機能停止を判定する。
 - ・浄水場位置の浸水深（10mメッシュ）が1m以上の場合に機能停止とする。
- 以上により，給水人口から断水人口を算出する。

【停電の影響（施設被害）】

- ・停電の影響は，浄水場の停電の予測結果と非常用発電機の整備状況を考慮する。
 - ・浄水場位置の停電率（250mメッシュ）が50%以上の場合に機能停止とする。
- 以上により，給水人口から断水人口を算出する。

【揺れによる影響（管路被害）】

- ・揺れによる影響は，管種・管径別の被害率を用いて断水被害¹⁾を算出する。
- ・断水率（発災直後）= $1 / \{ 1 + 0.0473 \times (\text{配水管被害率})^{-1.61} \}$
- ・断水率（発災翌日）= $1 / \{ 1 + 0.307 \times (\text{配水管被害率})^{-1.17} \}$
- ・配水管被害率（箇所 / km）= 配水管被害数（箇所） / 配水管延長（km）
- ・配水管被害箇所数 = 標準被害率 × 液状化危険度ランクによる補正係数 × 管種・管径別の補正係数 × 延長
- ・標準被害率（箇所 / km）= $2.24 \times 10^{-3} \times (\text{地表速度}(\text{cm/s}) - 20)^{1.51}$
- ・管路被害の断水人口 = 断水率 × 夜間人口

液状化危険度ランクによる補正係数

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

出典) 中央防災会議「東南海，南海地震等に関する専門調査会」(2007)

管種管径別の補正係数

管種 \ 管径	75 mm 以下	100mm ~ 250 mm	300mm ~ 450 mm	500mm ~ 900 mm	1000 mm 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				

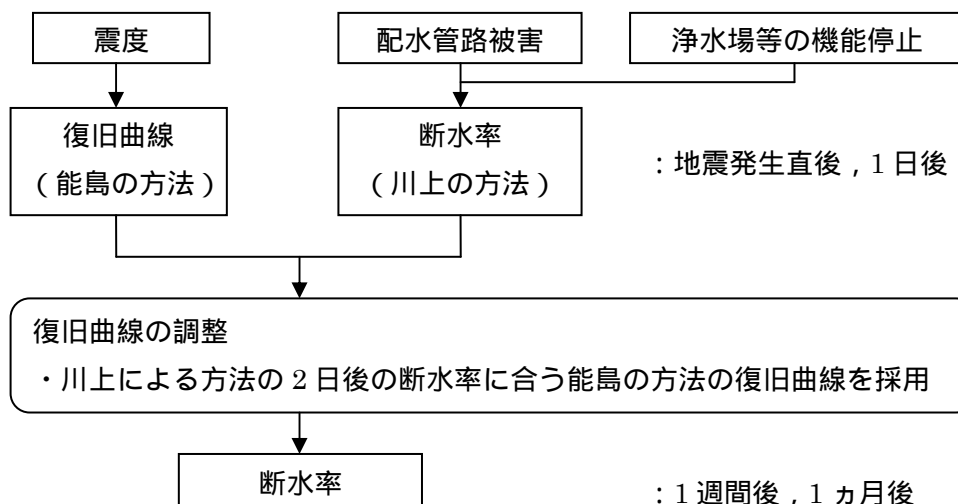
出典) 中央防災会議「東南海，南海地震等に関する専門調査会」(2007)

1) 川上英二：道路交通システムの形状と連結確率との関係，第1回都市直下地震災害総合シンポジウム，pp.169-172，1996年

【復旧予測】

- ・徳島県(2013年)の手法を参考とする。
- ・断水の復旧推移を，発生直後，1日後，1週間後，1ヶ月後の4段階で想定する。
- ・地震発生直後，1日後については，浄水場等の機能停止による影響及び，配水管路の被害を考慮した川上による方法により断水率を算出する。
- ・1週間後，1ヶ月後の断水率は，川上による方法が2日後まで算出できるため，以後の復旧推移には「首都直下地震 防災・減災プロジェクト」の成果である能島の方法¹⁾を採用し，川上による方法と連続するように調整する。

断水率と復旧推移の算出フロー



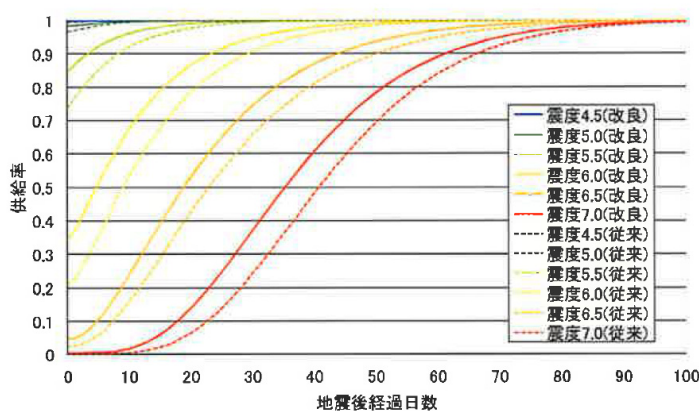
* 川上による方法が2日後の断水率

$$\text{断水率(発災直後)} = 1 / \{ 1 + 0.319 \times (\text{配水管被害率})^{1.18} \}$$

* 能島の方法

能島ら(2003)²⁾による供給系ライフラインの地震時機能評価モデルを，東日本大震災を踏まえてパラメータの見直しを行った能島ら(2012)¹⁾を用いる。

復旧予測に用いる上水道の供給率曲線



1) 能島暢呂・加藤宏紀：供給系ライフラインの地震時機能評価モデルの検証 - 東日本大震災の被災事例に基づく - ，地域安全学会論文集，No.18，pp.1-11，2012年

2) 能島暢呂・杉戸真太・鈴木康夫・石川裕・奥村俊彦：震度情報に基づく供給系ライフラインの地震時機能リスクの二段階評価モデル，土木学会論文集，No.724/ -62，pp.225-238，2003年

(2) 下水道

県内の下水道埋設管について、管きょ被害箇所数をメッシュ単位で算出する。

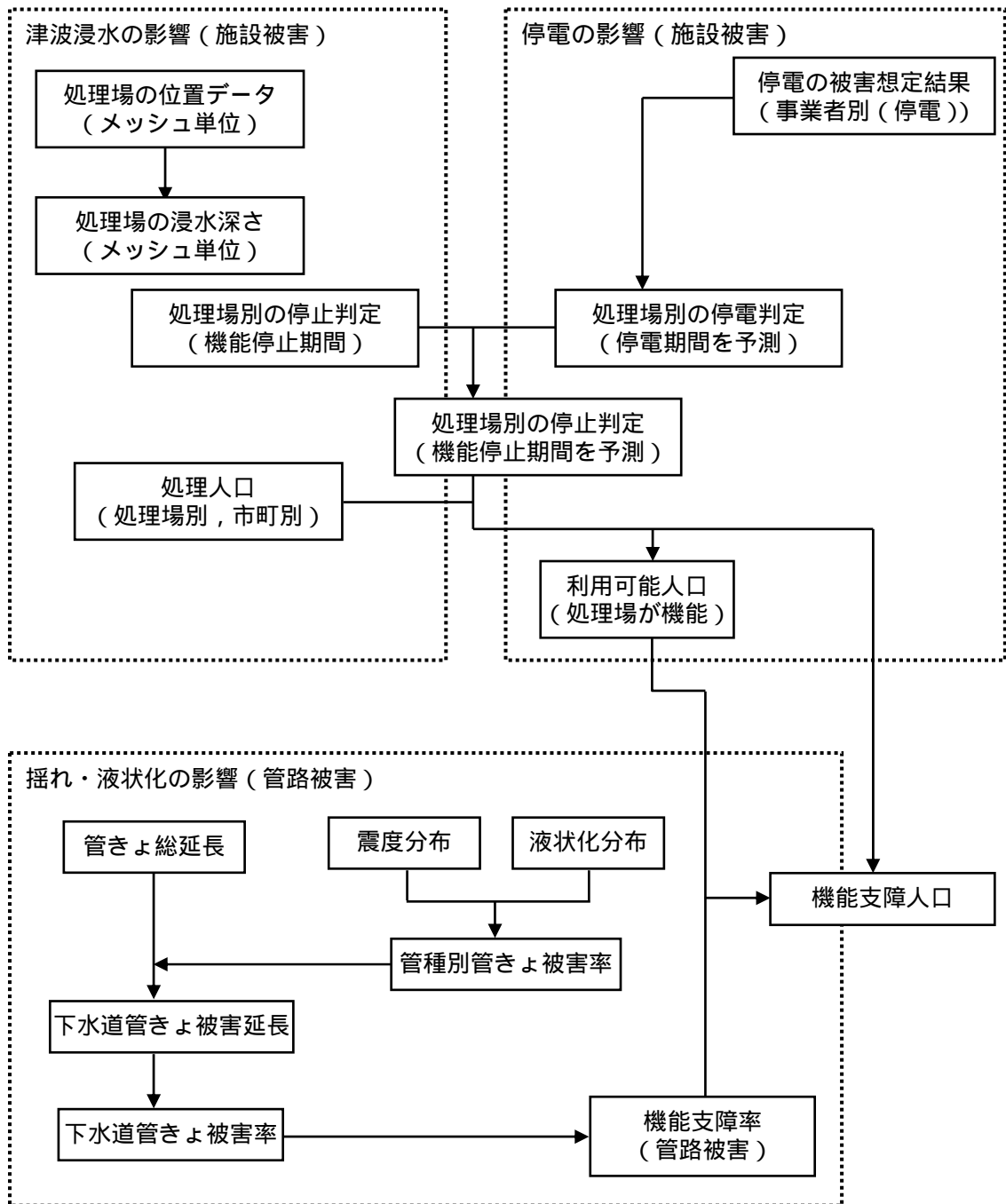
下水道管きょ延長データ

市町及び県都市計画課より、県民生活への影響の大きい汚水管及び合流管を対象とした流域下水道、農業集落排水及び漁業集落排水の埋設管(取付管を除く幹線管きょ、枝線管きょ)の管種ごとの延長データ及び位置情報を収集し、メッシュ単位で整理する。

想定手法

- ・ポンプ場や処理場等の下水道の拠点施設は、東日本大震災において津波による被害が発生しており、浸水深が1m未満であれば一部機能停止で、1mを超えると全機能停止が約8割であった。したがって、津波浸水の影響として、処理場の浸水を考慮する。
- ・東日本大震災においては停電の影響を受けた処理場もあったため、処理場の停電を考慮する。
- ・揺れによる下水道管きょ被害延長は、メッシュごとの震度分布と液状化危険度分布から管きょ被害率を設定し、これに管きょ延長を掛け合わせることで算出する。
- ・下水道管きょ被害率 = 管きょの被害延長 / 管きょ総延長
- ・この被害率に市町ごと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する。

下水道管きよ被害率の算出フロー



【算出式】

$$(\text{機能支障人口}) = (\text{施設停止による機能支障人口}) + (\text{管路被害による機能支障人口})$$

【津波浸水の影響（施設被害）】

- ・津波浸水の影響は，処理場の位置データ及び浸水深から浸水判定を行い，機能支障人口を算出する。
- ・処理場位置の浸水深（10mメッシュ）が1m以上の場合に機能停止とする。

【停電の影響（施設被害）】

- ・停電の影響は，処理場の停電の予測結果から算出する。
- ・処理場位置の停電率（250mメッシュ）が50%以上の場合に機能停止とする。

【揺れによる影響（管路被害）】

- ・揺れと液状化の影響は，震度別 PL 値別の管種別被害率を用いて管路被害を算出する。

管種別被害率

（単位：％）

管種	震度 液状化		震度階				
			5弱	5強	6弱	6強	7
塩ビ管 ・陶管	PL値	すべて	1.0	2.3	5.1	11.3	24.8
その他 の管	PL値	15 < PL	0.6	1.3	3.0	6.5	14.5
		5 < PL 15	0.5	1.0	2.2	4.8	10.7
		0 < PL 5	0.4	0.9	2.0	4.5	9.8
		PL = 0	0.4	0.9	1.9	4.2	9.2

出典) 国土交通省：大規模地震による下水道被害想定委員会，2006年

【管路被害による下水道機能支障人口】

- ・下水道管きょ被害率に市町ごと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する。

【復旧予測】

- ・下水道機能支障の復旧推移を，発生直後，1日後，1週間後，1ヶ月後の4段階で想定する。
- ・復旧推移については，復旧工事を行う業者は上水道と重複することが多く，近年の国内の地震災害においては上水道の復旧が優先されているため，1週間までは下水道管路の復旧は進まないものとする。ただし，処理場の津波浸水による被害がない場合には，上水道の復旧状況に合わせながら戦略的に実施されると考えられるため，1ヵ月後には復旧を完了するものとする。

(3) 電力

停電軒数をメッシュ単位で算出する。想定手法は、中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」(2007)、東京都(2006)、鳥取県(2005)をベースに、津波浸水による被害については「対策検討ワーキンググループ」¹⁾の方法を用いる。

電力設備データ

中国電力(株)の協力により、県内8箇所の営業エリアごとの電柱本数及び電灯軒数、変電所位置の情報を、メッシュ単位で整理する。

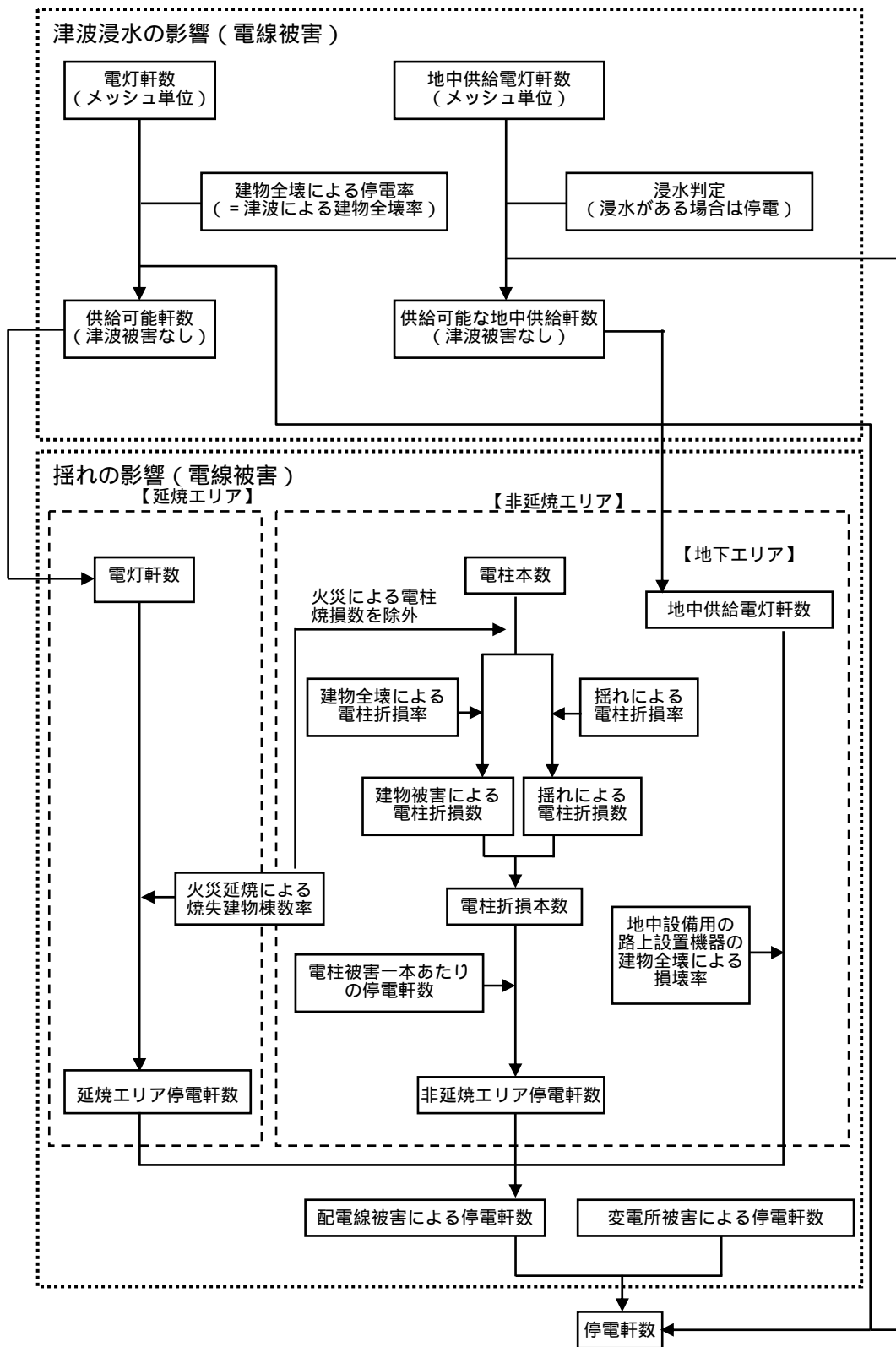
営業エリアごとの電柱本数及び電灯軒数は、メッシュ人口に応じて配分し想定に用いる。電灯軒数は、営業所ごとの変圧器容量の比から架空電灯軒数と地中電灯軒数に配分する。架空配電線の径間亘長データは、中国電力(株)山口支社管内の電柱本数と架空配電線の総延長より設定する。

想定手法

- ・津波浸水と揺れによる電線被害等の影響を考慮して、停電軒数を算出する。
- ・停電率は、焼失面積率(焼失建物棟数率)及び電柱被害数より算出した停電軒数と電灯軒数(地中供給電灯軒数含む)より求める。
- ・火災延焼のあるエリアは、全面的に停電が生じると想定する。
- ・非延焼エリアは、電柱被害から停電が生じると想定する。電柱被害の発生要因は、「ゆれ」及び「建物倒壊への巻き込まれ」と想定する。
- ・地下エリアは、地中設備につながる路上設置機器の損壊により停電が生じると想定する。路上設置機器の損壊要因は、「建物倒壊への巻き込まれ」と「津波浸水による」と想定する。
- ・発電設備については、複数の発電所で被害があったとしても、地震発生直後に相当量の負荷脱落量があるために電源量不足にはならないと想定する。
- ・変電設備については、安全側の評価を行い、一部の变電所で被害が発生し、一旦、全ての設備が停止するものとする。停止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する。
- ・停止変電所は、震度6強以上となるメッシュ内の変電所とする。

¹⁾ 内閣府：南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ、南海トラフの巨大地震の被害想定項目及び手法の概要～ライフライン被害、交通施設被害、被害額など～、ホームページ、平成25年3月18日発表

停電軒数の算出フロー



【津波浸水の影響（電線被害）】

- ・地上エリアの停電軒数は、津波浸水による建物全壊率を停電率と仮定し算出する。
建物全壊率 = 津波による建物全壊棟数 / (木造建物棟数 + 非木造建物棟数)
- ・地下エリアの停電軒数は、浸水深（250m メッシュ）が 30cm 以上の場合にすべて停電すると想定し、停電軒数を算出する。

【揺れの影響（電線被害）延焼エリア】

- ・停電軒数 = 電灯軒数 × 焼失建物棟数率
- ・焼失建物棟数率 = 焼失建物棟数 / (木造建物棟数 + 非木造建物棟数)

【揺れの影響（電線被害）非延焼エリア】

- ・停電軒数 = 電灯軒数 × 停電率(%) / 100
- ・停電率(%) = $19.5 \times \text{配電線の被害率}(\%)^{0.35}$
- ・配電線被害率(%) = $100 \times \text{被害巨長}(\text{km}) / \text{架空配電線の巨長}(\text{km})$
- ・被害巨長(km) = $a \times b \times \text{電柱被害本数}$
ここに、a: 阪神・淡路大震災における架空線断線径間 / 電柱被害本数 (=0.4)
b: 架空配電線の径間巨長(km / 巨長) = 全巨長 / (全電柱数 / 2)
- * 非延焼エリアの停電率の算出手法は鳥取県(2005)を参考とする。

ア 揺れによる電柱被害

- ・電柱被害本数 = 電柱本数 × 揺れによる電柱折損率
- ・揺れによる電柱折損率（阪神・淡路大震災時の被害実態に基づく。）

震度 7	0.8%
震度 6 以上	0.056%
震度 5 以上	0.00005%

イ 建物倒壊への巻き込まれによる電柱被害

- ・電柱被害本数 = 電柱本数 × 建物全壊による電柱折損率
- ・建物全壊による電柱折損率 = $0.17155 \times \text{建物全壊率}$ （阪神・淡路大震災の被害実態に基づく）
- ・建物全壊率 = 木造建物全壊棟数 / 木造建物棟数
阪神・淡路大震災時の実態は戸建住宅の全壊率を対象としている。

【揺れの影響（電線被害）地下エリア】

- ・停電軒数 = 地中供給電灯軒数 × 路上設置機器損壊率
- ・路上設置機器損壊率 = 建物全壊率 × 損壊係数 (0.005)
- ・建物全壊率 = 木造建物全壊棟数 / 木造建物棟数
- ・電柱地中化率を考慮する。

【復旧予測】

- ・東日本大震災等での復旧状況を考慮し、津波浸水により建物全壊した需要家数に相当する停電軒数は、応急復旧対象から除くこととした。
- ・応急復旧想定においては、配電設備の応急復旧を対象とする。

* 復旧日数

復旧日数は、次式から算出する。

$$\text{復旧日数} = \{ (\text{電柱被害本数} \times \text{電柱 1 本当たりの作業時間}) / (\text{該当営業所数} \times \text{復旧作業架線班数}) \} / \text{1 日当たり作業時間}$$

- ・電柱 1 本当たりの作業時間：120 分/班
- ・1 日当たり作業時間：12 時間とする。

* 復旧曲線

地震発生直後から 1 日間は、被害状況の調査及び復旧要員の動員にあてられる。なお、変電所被害による停電については、被害発生直後から電力系統切り替えによる復旧作業を行い、停電に至るような機能支障については、1 日以内に回復するものとする。

* 復旧作業に投入する人員数

被害設備に対する応急復旧作業人員は、県内の各営業所ごとに配置され、発災後各受け持ち地域の応急復旧作業にあたる。

- ・南海トラフの巨大地震では、地震発生直後から 1 日間は被害状況の調査及び復旧要員の動員にあてられ、その後復旧作業として 2 日が必要となり、3 日後に復旧する。

復旧日数と復旧作業に投入する人員数

電柱被害本数	該当営業所数	復旧		
		作業架線班数	日数	人員(人/日)
73	2	20	2	300

(4) 通信

県内の固定電話回線と携帯電話回線を対象として、不通回線数をメッシュ単位で算出する。想定手法は、中央防災会議「首都直下地震に係る被害想定」(2006)、中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」(2007)、東京都(2006)をベースに、津波浸水及び停電による被害については「対策検討ワーキンググループ」¹⁾の方法を用いる。

通信設備データ

(株)NTT西日本 - 山口の協力により、県内8箇所の営業エリアごとの電柱本数及び回線数(アナログ及びISDN)の情報により、メッシュ単位で整理した。営業エリアごとの電柱本数及び回線数は、メッシュ人口に応じてメッシュに配分し、被害想定に用いる。

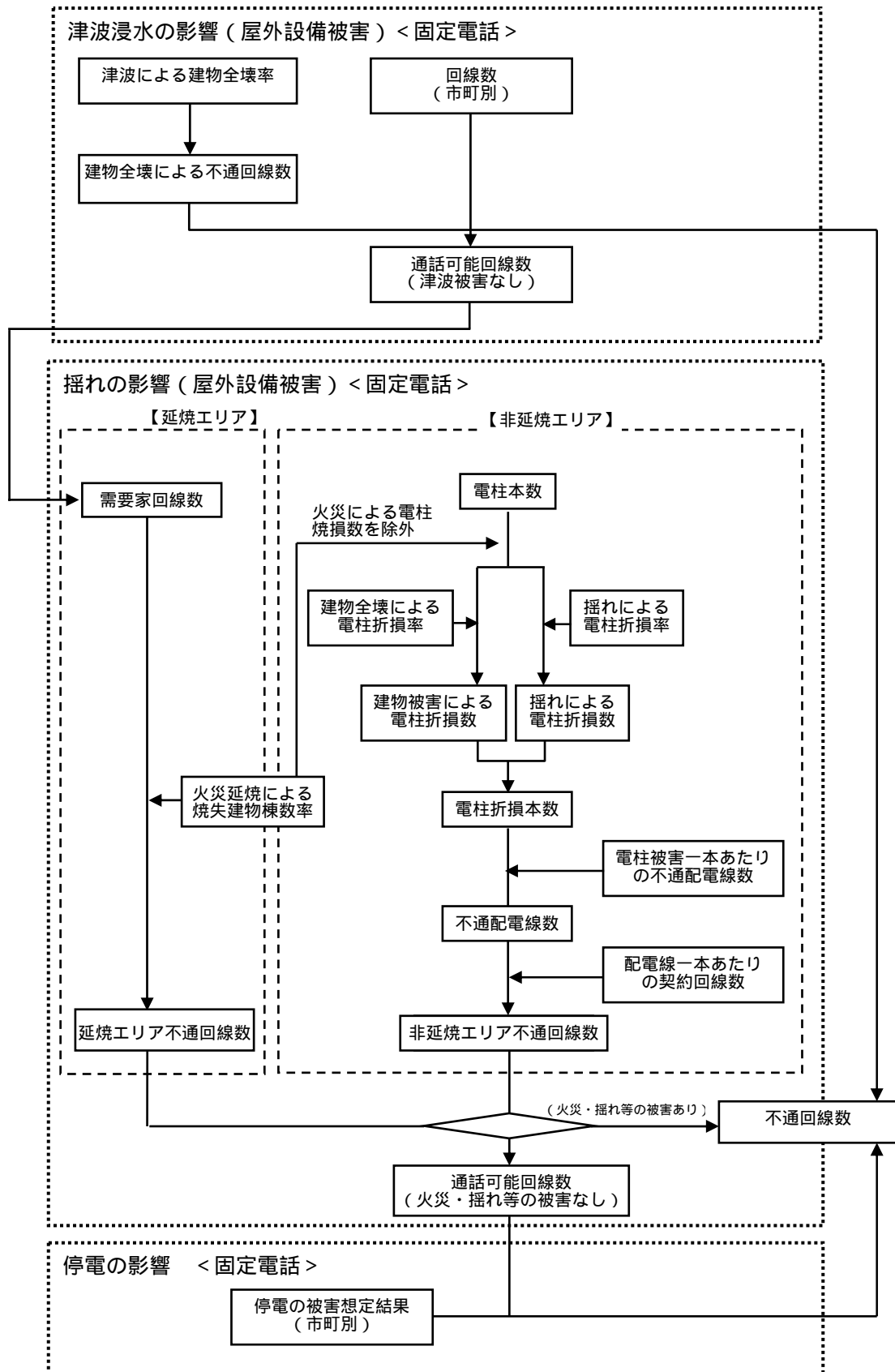
想定手法

ア 固定電話

- ・ 県内の加入電話の回線数を対象とする。
- ・ 津波浸水による建物全壊に伴う不通回線数及び停電に伴う不通回線数を算出する。
- ・ 揺れの影響による不通率は、焼失面積率(焼失建物棟数率)及び電柱被害数より算出した不通回線数と需要家回線数より求める。
- ・ 火災延焼のあるエリアは、全面的に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「建物倒壊への巻き込まれ」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、機能支障にいた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。

¹⁾ 内閣府：南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ，南海トラフの巨大地震の被害想定項目及び手法の概要～ライフライン被害，交通施設被害，被害額など～，ホームページ，平成25年3月18日発表

不通回線数算出フロー



【算出式】

不通回線数 = 津波による不通回線数 + 延焼エリアの火災による不通回線数 + 非延焼エリアの揺れによる不通回線数 + 非延焼エリアの建物倒壊への巻き込まれによる不通回線数 + 停電の影響による不通回線数

【津波浸水の影響（屋外設置被害）】

- ・津波浸水の影響として、建物被害による架空ケーブル被害を考慮する。（建物全壊したエリアの架空ケーブルが流失したものと仮定）
- ・津波による不通回線数 = 津波による建物全壊率 × 津波浸水エリアの回線数

【揺れの影響（屋外設置被害）延焼エリア】

- ・不通回線数 = 需要家回線数 × 焼失建物棟数率
- ・焼失建物棟数率 = 焼失建物棟数 / (木造建物棟数 + 非木造建物棟数)

【揺れの影響（屋外設置被害）非延焼エリア】

- ・不通回線数 = 電柱被害本数 × 電柱被害一本当たりの不通回線数
- ・電柱被害一本当たりの不通回線数 = 電柱被害一本当たりの不通配電線数 × 配電線一本当たりの契約回線数
- ・電柱被害一本当たりの不通配電線数は、阪神・淡路大震災の被害実態に基づき、東京都被害想定（平成9年8月）において設定された「電柱被害一本当たりの不通に係る配電線数（0.396）」を採用する。
- ・配電線一本当たりの契約回線数 = 需要家回線数 / 配電線数
= 需要家回線数 / (電柱本数 × 電柱一本当たりの配電線数)
電柱一本当たりの配電線数を1と仮定する

1) 揺れによる電柱被害

- ・電柱被害本数 = 電柱本数 × 揺れによる電柱折損率
- ・揺れによる電柱折損率（阪神・淡路大震災時の被害実態に基づく。）

震度7	0.8%
震度6以上	0.056%
震度5以上	0.00005%

2) 建物倒壊への巻き込まれによる電柱被害

- ・電柱被害本数 = 電柱本数 × 建物全壊による電柱折損率
- ・建物全壊による電柱折損率 = 0.17155 × 建物全壊率（阪神・淡路大震災の被害実態に基づく）
- ・建物全壊率 = 木造建物全壊棟数 / 木造建物棟数
阪神・淡路大震災時の実態は戸建住宅の全壊率を対象としている。

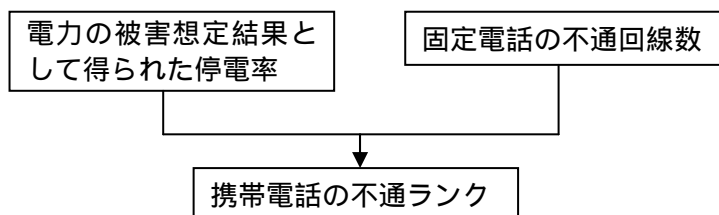
【停電の影響】

- ・停電の影響は、電力における停電の被害想定結果から算出する。
- ・停電の影響による不通回線数 = 停電率 × 通信可能回線数（津波浸水域と延焼地区以外回線数）

イ 携帯電話

- ・電力の被害想定結果として得られた停電率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，携帯電話の不通ランクをメッシュごとに3段階で評価する。なお，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判定フロー



【算出式】

ランク A = (停電率 > 50% or 不通回線数 > 50%)

ランク B = (停電率 > 40% or 不通回線数 > 40%)

ランク C = (停電率 > 30% or 不通回線数 > 30%)

携帯電話不通ランク判定基準

ランク	状況	判定基準
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% を超える。
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% を超える。
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% を超える。

【復旧予測】

- ・東日本大震災等での復旧状況を考慮し，津波浸水により建物全壊した需要家数に相当する不通回線数は，応急復旧対象から除くこととした。
- ・南海トラフの巨大地震における復旧については，（株）NTT 西日本 - 山口の協力により，地震発生直後から 3～10 日後に復旧するとの検討結果を参考とする。

通信の復旧日数と復旧作業に投入する人員数

電柱 被害本数	復旧	
	日数	人員(人/日)
86	3～10	516

(5) ガス

県内の低圧導管ブロックを対象として、供給停止戸数を算出する。

想定手法は、中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」(2007)をベースに、津波浸水及び停電による被害については「対策検討ワーキンググループ」¹⁾の方法を用いる。

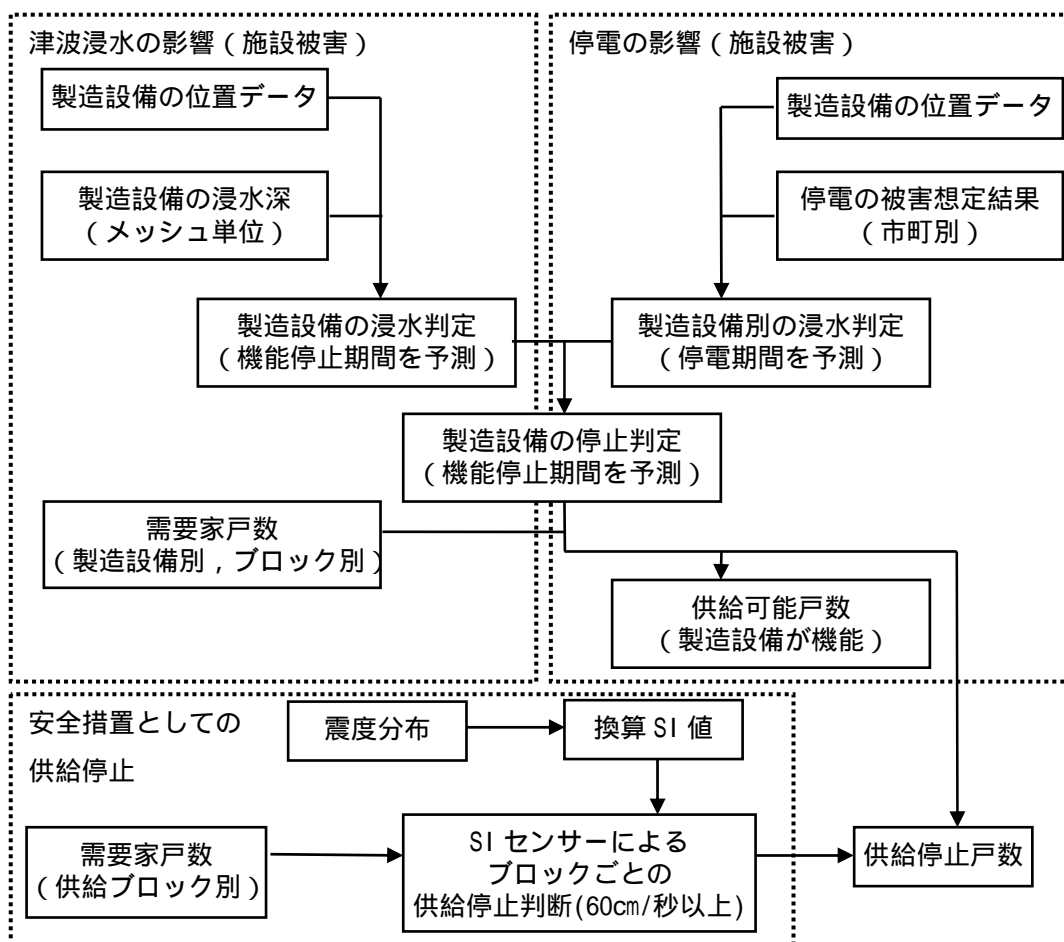
ガス設備データ

山口合同ガス(株)、宇部市ガス水道局の協力により、供給ブロックごとの供給世帯数及びSIセンサー位置の情報を整理する。

想定手法

- ・津波浸水、停電の影響及び、地震動の強いエリアを中心とした安全措置としての供給停止から供給停止戸数を算出する。

ガス供給停止件数の算出フロー



¹⁾ 内閣府：南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ、南海トラフの巨大地震の被害想定項目及び手法の概要～ライフライン被害、交通施設被害、被害額など～、ホームページ、平成25年3月18日発表

【津波浸水の影響（施設被害）】

- ・津波浸水の影響として，製造設備の浸水被害を考慮する。
- ・製造設備位置の浸水深（10m メッシュ）が 1m 以上の場合に機能停止とする。

【停電の影響（施設被害）】

- ・停電の影響は，製造設備の停電の予測結果から算出する。
- ・製造設備位置の停電率（250m メッシュ）が 50%以上の場合に機能停止とする。

【安全措置としての供給停止】

- ・供給ブロックの全域が震度 6 強を超過した場合は，ブロック内の全ての地域で SI 値が 60cm/s を超過しているものとみなし，即時停止とする。
- ・また，震度 6 弱の地域においては，SI 値が 60cm/s を超過しているものと考えられる地域のみ供給停止する。
- ・SI 値は，童・山崎(1996)による次式により震度から算出する。

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

ここに，I : 震度

SI : SI 値(cm/s)

6 交通施設被害

(1) 緊急輸送道路

緊急輸送道路のうち山口県が管理する橋梁（橋長 15m以上）、トンネル、盛土、切土・斜面を対象として、被害箇所数をメッシュ単位に算出する。想定手法は、和歌山(2006)を用いる。

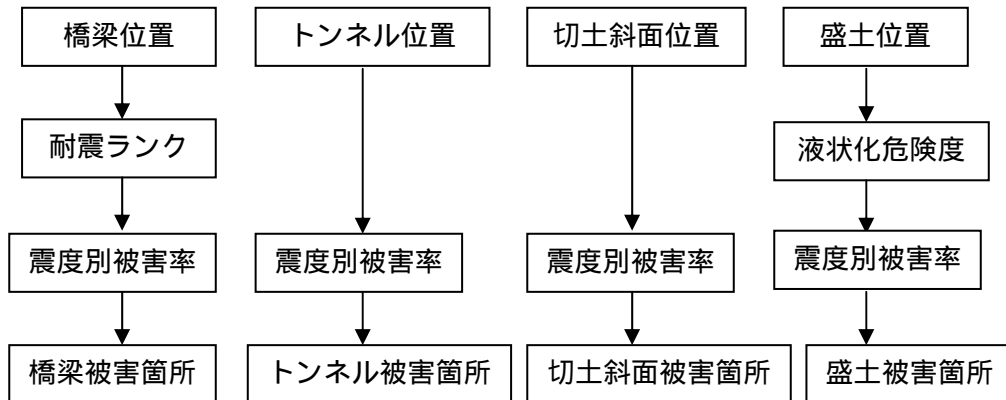
道路施設データ

緊急輸送道路内の、橋梁（橋長 15m以上）、トンネル、盛土、切土斜面のデータを使用する。

想定手法

- ・道路施設における橋梁、トンネル、盛土、切土斜面を対象として、対象区間の被害箇所を算出する。
- ・過去の地震、特に 1964 年新潟地震、1968 年十勝沖地震、1978 年宮城県沖地震、1983 年日本海中部地震、1993 年北海道南西沖地震、1995 年兵庫県南部地震等の記録から、実際の構造物の被災数を参考に設定された震度ごとの被害率から被害数を予測する。
- ・津波浸水の影響については、施設位置の浸水深(10mメッシュ)が 1cm 以上の場合を津波浸水の影響を受ける箇所として示す。

緊急輸送道路の被害箇所算出フロー



【算出式】

道路の対象区間における被害箇所数は、次の式により求める。

$$P = \sum_{i=1}^{n1} Pbr_i + \sum_{i=1}^{n2} Pt_i + \sum_{i=1}^{n3} lb_i \cdot Pb_i + \sum_{i=1}^{n4} lc_i \cdot Pc_i$$

P : 対象区間の被害箇所数 (箇所)

Pbr_i : 対象区間内の i 番目の橋梁の被害率 (箇所 / 箇所)

Pt_i : 対象区間内の i 番目のトンネルの被害率 (箇所 / 箇所)

- Pb_i : 対象区間内の i 番目の盛土の被害率 (箇所 / km)
 Pc_i : 対象区間内の i 番目の切土・斜面の被害率 (箇所 / km)
 lb_i : 対象区間内の i 番目の盛土の延長 (km)
 lc_i : 対象区間内の i 番目の切土・斜面の延長 (km)
 $n1$: 対象区間内の橋梁の全箇所数 (箇所)
 $n2$: 対象区間内のトンネルの全箇所数 (箇所)
 $n3$: 対象区間内の盛土の全箇所数 (箇所)
 $n4$: 対象区間内の切土・斜面の全箇所数 (箇所)

橋梁の耐震ランクの分類

耐震ランク	摘 要
A	・昭和 39 年以前の道路橋示方書による設計のもの ・適用示方書の年次が不明のもの
B	・昭和 46 年の道路橋示方書による設計のもの
C	・昭和 55 年以降の道路橋示方書による設計のもの ・適用示方書の年次によらず耐震対策が完了したもの

出典：和歌山(2006)

橋梁の被害率

(単位：箇所 / 橋梁 1 橋)

震度	4	5 弱	5 強	6 弱	6 強	7
耐震ランク A	0.00	0.08	0.15	0.26	0.43	0.76
耐震ランク B	0.00	0.02	0.03	0.06	0.43	0.76
耐震ランク C	0.00	0.00	0.00	0.01	0.11	0.20

出典：和歌山(2006)

トンネルの被害率

(単位：箇所 / トンネル箇所)

震度	4	5 弱	5 強	6 弱	6 強	7
被害率	0.01	0.02	0.03	0.05	0.10	0.17

出典：和歌山(2006)

切土・斜面の被害率

(単位：箇所 / (切土・斜面) km)

震度	4	5 弱	5 強	6 弱	6 強	7
被害率	0.05	0.16	0.28	0.50	0.89	1.59

出典：和歌山(2006)

盛土の被害率

(単位：箇所 / 盛土 km)

震度	4	5 弱	5 強	6 弱	6 強	7
液状化危険度 P L 値 > 15	0.16	0.51	0.89	1.59	2.84	5.04
液状化危険度 P L 値 15	0.06	0.18	0.32	0.57	1.02	1.81

出典：和歌山(2006)

(2) 道路

県内におけるすべての道路の揺れと津波浸水による被害箇所数を「対策検討ワーキンググループ」¹⁾の方法を基に算出する。道路施設被害率（揺れ・津波）について、東日本大震災の実績を踏まえて設定する。

道路延長データ

・数値地図 25000(空間データ基盤)平成 15 年 3 月 24 日の山口県版から国道・高速道路・有料道路及びそれ以外の道路に区分した位置情報を基に、メッシュ内における延長データを作成した。

道路延長データ

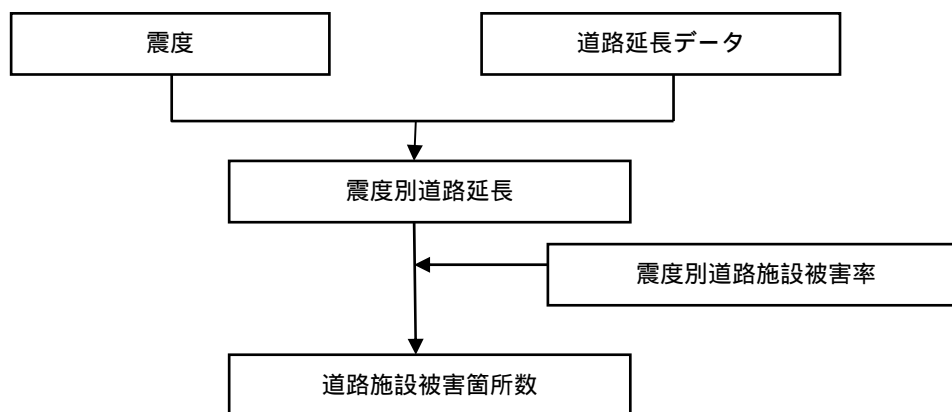
国道・高速道路・有料道路(km)	国道・高速道路・有料道路 以外の道路(km)	合計(km)
1,506	21,640	23,146

【算出式】

道路被害箇所数 = 揺れによる被害箇所数 + 津波による被害箇所数

揺れによる道路被害

道路施設被害箇所（津波浸水域外）の算出フロー



【算出式】

被害箇所数 = 震度別道路延長(km) × 道路施設被害率(箇所/km)

¹⁾ 内閣府：南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ，南海トラフの巨大地震の被害想定項目及び手法の概要～ライフライン被害，交通施設被害，被害額など～，ホームページ，平成 25 年 3 月 18 日発表

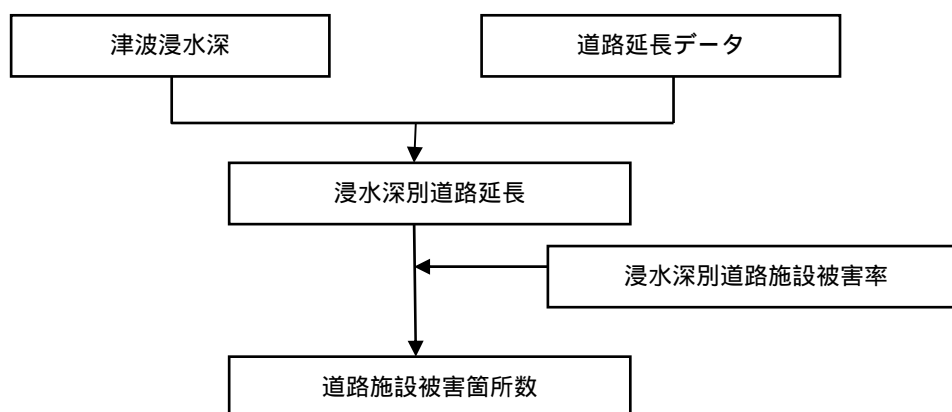
震度別道路施設被害率（津波浸水域外）

震度	被害率(箇所/km)	
	国道・高速道路・有料道路	国道・高速道路・有料道路以外
震度 4 以下	-	-
震度 5 弱	0.035	0.016
震度 5 強	0.11	0.049
震度 6 弱	0.16	0.071
震度 6 強	0.17	0.076
震度 7	0.48	0.21

出典：「対策検討ワーキンググループ」

津波による道路被害

道路施設被害箇所（津波浸水域内）の算出フロー



【算出式】

被害箇所数 = 浸水深別道路延長(km) × 浸水深別道路施設被害率(箇所/km)

浸水深別道路施設被害率（津波浸水域内）

浸水深	被害率(箇所/km)	
	国道・高速道路・有料道路	国道・高速道路・有料道路以外
1m 未満	0.13	0.058
1m～3m	0.37	0.16
3m～5m	0.65	0.29
5m～10m	1.52	0.68
10m 以上	2.64	1.17

出典：「対策検討ワーキンググループ」

(3) 鉄道

県内におけるすべての鉄道の揺れと津波浸水による被害箇所数を「対策検討ワーキンググループ」¹⁾の方法をもとに算出する。鉄道施設被害率(揺れ・津波)について、東日本大震災の実績を踏まえて設定する。

鉄道延長データ

- ・新幹線及び在来線などの鉄道位置情報をもとに、メッシュ内における新幹線と在来線などの鉄道の延長データを作成した。

鉄道延長データ

新幹線(km)	在来線など(km)	合計(km)
139	558	697

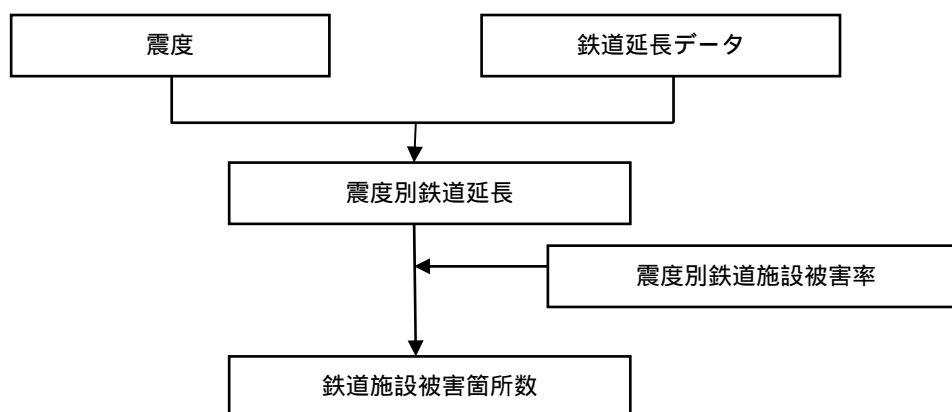
【算出式】

津波浸水域外の鉄道被害 = 揺れによる鉄道被害

津波浸水域の鉄道被害 = 津波による鉄道被害

揺れによる鉄道被害

鉄道施設の被害箇所(津波浸水域外)の算出フロー



震度別鉄道施設被害率(津波浸水域外)

震度	被害率(箇所/km)	
	新幹線	在来線等
震度5弱	-	0.26
震度5強	0.26	1.01
震度6弱	0.40	2.03
震度6強以上	0.40	2.80

出典: 「対策検討ワーキンググループ」

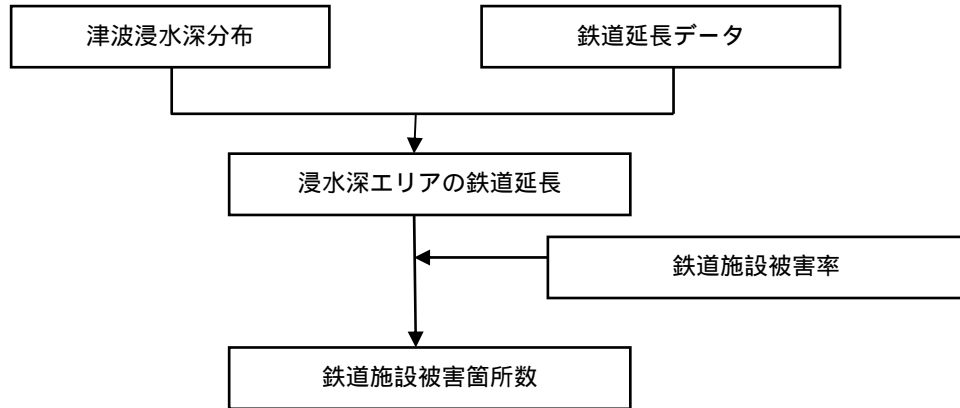
【算出式】

被害箇所数 = 震度別鉄道延長(km) × 鉄道施設被害率(箇所/km)

¹⁾ 内閣府: 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ, 南海トラフの巨大地震の被害想定項目及び手法の概要~ライフライン被害, 交通施設被害, 被害額など~, ホームページ, 平成25年3月18日発表

津波による鉄道被害

鉄道施設の被害箇所（津波浸水域内）の算出フロー



【算出式】

被害箇所数 = 浸水域の鉄道延長(km) × 鉄道施設被害率(箇所/km)

鉄道施設被害率（津波浸水域内）

	被害率(箇所/km)
津波浸水域内	1.97

出典：「対策検討ワーキンググループ」

(4) 港湾

県内の港湾施設を対象として、揺れによる被害は係留施設を対象とし、津波による被害は防波堤を対象とする。

港湾岸壁データ

県港湾課、下関市港湾局から岸壁の位置、構造、地盤条件のデータを収集する。国際拠点港湾と重要港湾においては、平成 23 年に貨物の取扱実績が有る公共の岸壁等を対象とし、地方港湾においては、離島連絡船発着施設など港内で最も重要な公共の係留施設を対象として、被害程度を算出する。

算定式

港湾施設の被害ランク = 重力式岸壁の被害ランク + 栈橋式岸壁の被害ランク + 矢板式岸壁の被害ランク

揺れによる港湾施設被害想定（係留施設）

- ・一井による「総合地震防災システムにおける 岸壁の被害程度推定法のまとめ(第 3 版)」(2001)を用いる。
- ・各施設(重力式岸壁、栈橋式岸壁、矢板式岸壁)の工学的基盤の最大加速度より、被害程度を判定する。
- ・工学的基盤における最大加速度はメッシュの工学的基盤における最大速度から換算する。

$$I = 2.68 + 1.72 \cdot \log PGV$$

$$I = 0.26 + 1.84 \cdot \log PGA$$

ここに、PGV：地表最大速度(cm/s)

PGA：地表最大加速度(Gal)

I：計測震度

- ・工学的基盤における最大加速度は SMAC 相当波(港湾施設の設計用)とする必要がある。このため、地震タイプごとに地盤モデルの増幅率の評価に用いた加速後波形を SMAC 相当波に変換し、最大加速度の低減率を求めた。この低減率を上記の PGA に乗じる。

SMAC 相当波に変換するための最大加速度の低減率

地震タイプ	低減率
プレート間地震 (東南海・南海地震)	0.66
スラブ内(プレート内)地震 (安芸灘～伊予灘の地震)	0.69
内陸(地殻内)地震 (大竹断層等の活断層地震)	0.81

- ・岸壁の被害程度を次の 3 ランクで評価する。

岸壁の被害ランク

ランク	被害程度
	応急復旧不要または簡易な応急復旧により機能回復
	短期間の応急復旧により機能回復
	短期間の機能回復は困難

出典：一井，「総合地震防災システムにおける 岸壁の被害程度推定法のまとめ（第 3 版）」（2001）

重力式岸壁

- ・一井，佐藤，井合，劉による「重量式岸壁の地震時残留変形量の簡易評価」（1999）に記載のチャートを参照して岸壁の被災変形量 d を算出する。
- ・チャートを利用するために必要な岸壁の諸元は次のとおりである。

チャートを利用するために必要な重力式岸壁の諸元

岸壁の諸元	内容
ケーソン等の寸法	高さ H (単位：m) および幅 W (単位：m)
岸壁の水深 (h)	岸壁の設計水深 (単位：m)
地盤条件 (N_{65})	埋立土およびケーソン等の下の砂質土層（置換砂等）の等価 N 値
液状化層厚 ($D1$)	等価 N 値 20 以下であるケーソン等の下の砂質土層（置換砂等）の層厚 (単位：m)

出典：一井，「総合地震防災システムにおける 岸壁の被害程度推定法のまとめ（第 3 版）」（2001）

- ・被害程度の判定は，被災変形量 d によって次の条件により行う。

重力式岸壁の被害ランクの判定条件

ランク	判定条件
	$d < 0.30\text{m}$ (水深 h が 7.5m 未満では 0.2m)
	$d < 1.00\text{m}$ (水深 h が 7.5m 未満では 0.5m)
	被害程度が でもない場合は，被害程度 とする。

出典：一井，「総合地震防災システムにおける 岸壁の被害程度推定法のまとめ（第 3 版）」（2001）

栈橋式岸壁

- ・「港湾の施設の技術上の基準・同解説」(1999)にある栈橋式岸壁の標準照査震度のチャートを参照して照査震度を地盤固有周期(T_g)、栈橋固有周期(T_s)及び基盤最大加速度から推定する。
- ・一方、施設別に構造物の弾性限界震度、降伏状態震度および終局状態震度を求め、照査震度と比較して被害程度を判定する。

チャートを利用するために必要な栈橋式岸壁の諸元

岸壁の諸元	内容
構造形式	「直杭式」、「斜杭式」、「たな式」、「その他」
岸壁の水深(h)	岸壁の設計水深(単位:m)
設計震度(Kh)	栈橋式岸壁の設計震度
地盤固有周期(T_g)	地盤のN値から推定
栈橋固有周期(T_s)	一般に2秒以下である場合が多く、ここでは一律に1秒とする。
弾性限界震度	鋼管杭の縁部初降伏
降伏状態震度	栈橋の弾性限界
終局状態震度	鋼管杭の地中部における初塑性ヒンジ化

出典：一井，「総合地震防災システムにおける 岸壁の被害程度推定法のまとめ(第3版)」(2001)

- ・被害程度の判定は、照査震度によって次の条件により行う。

栈橋式岸壁の被害ランクの判定条件

ランク	判定条件
	照査震度が降伏状態震度未満
	照査震度が降伏状態震度以上、終局状態震度未満
	照査震度が終局状態震度以上

出典：一井，「総合地震防災システムにおける 岸壁の被害程度推定法のまとめ(第3版)」(2001)

矢板式岸壁

- ・「矢板式岸壁の簡易耐震性能照査用チャート(改訂版)」に記載されているチャートを参照して、被災変形量 d を算出する。
- ・チャートを利用するために必要な岸壁の諸元は次のとおりである。

チャートを利用するために必要な矢板式岸壁の諸元

岸壁の諸元	内容
構造形式	「自立式」、「控え直杭式」、「控え斜杭式」、「控え鋼矢板式」、「その他」
壁高(H)	岸壁天端の海底面からの高さ(単位:m)
岸壁の水深(h)	岸壁の設計水深(単位:m)
設計震度(Kh)	矢板式岸壁の設計震度
地盤条件(N_{65})	埋立土および原地盤の等価N値
液状化層厚(D1)	海底面下の等価N値20以下の砂質土層の層厚(単位:m)

出典：一井，「総合地震防災システムにおける 岸壁の被害程度推定法のまとめ(第3版)」(2001)

- ・被害程度の判定は，各部材（前面矢板，控え，タイロッド）の応力比が 1.1（地震時許容応力度 $0.9 \times$ 保証降伏点強度）を超えた場合に当該部材の応力は降伏点を超えたと判断する。
- ・降伏点を超えた部材数（0～3）と被災変形量 d に基づき，次の条件によって被害程度を判定する。

矢板式岸壁の被害ランクの判定条件

判定条件		降伏点を超えた部材の数		
		0	1	2以上
被災変形量 d	0.30m 未満(水深 h が 7.5m 未満では 0.2m 未満)			
	0.30m 以上(水深 h が 7.5m 未満では 0.2m 以上)			

出典：一井，「総合地震防災システムにおける 岸壁の被害程度推定法のまとめ（第3版）」（2001）

津波による港湾施設被害想定（防波堤）

東日本大震災では概ね津波高 4m 以上の港湾で機能が停止していることから，防波堤前面の最大津波高が 4m 以上となる港湾については機能が停止するとする。

（5）空港

山口宇部空港を対象とし，空港機能の維持に重要な滑走路等について，津波浸水の影響，メッシュ震度，液状化危険度から地震時の使用可能性を定性的に評価する。

7 生活支障

(1) 避難者

津波浸水，建物被害，ライフライン被害に伴い，発災1日後，1週間後，1ヶ月後の避難所生活者数又は避難所外避難者数を市町単位に算出する。

想定手法は，津波浸水区域外と浸水区域内に分けて算出する。

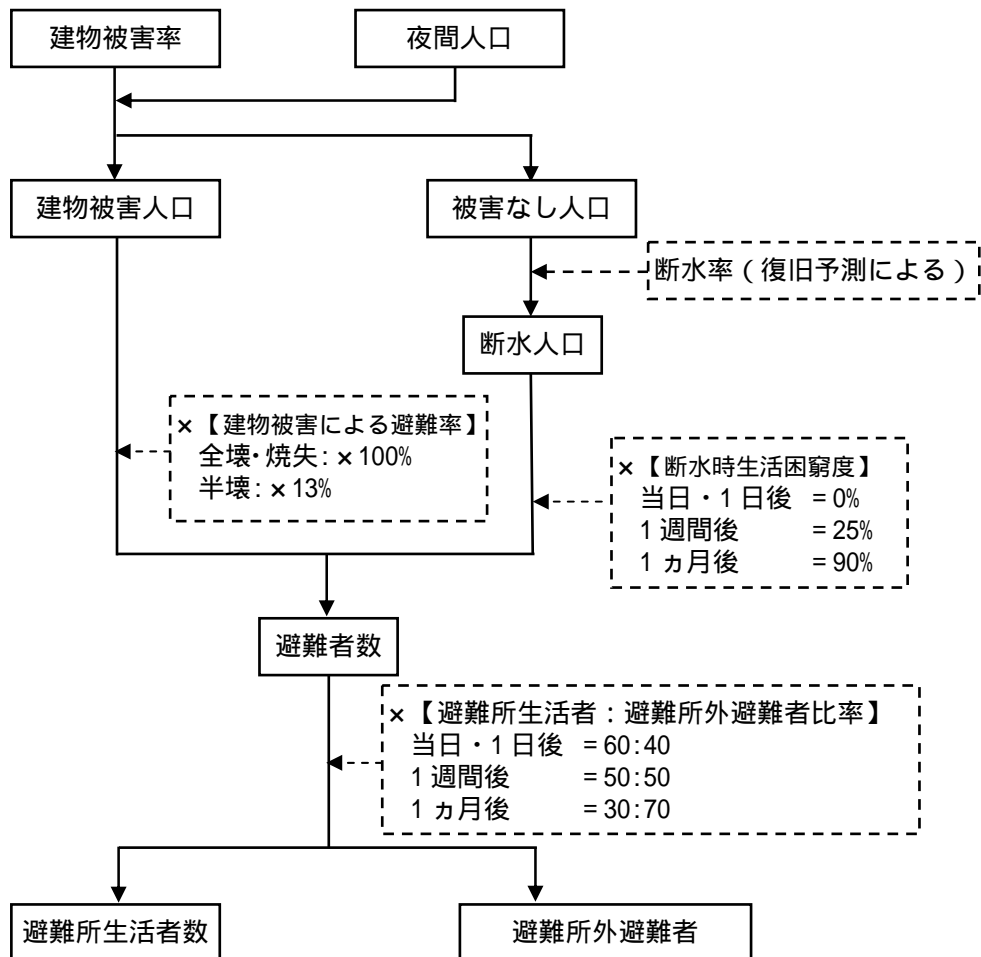
【算出式】

避難者数 = 津波浸水区域外 (避難所生活者数 + 避難所外避難者数) + 浸水区域内 (避難所生活者数 + 避難所外避難者数)

津波浸水区域外

・津波浸水区域外における避難者は，建物被害による避難者と，ライフライン被害による避難者に分けて算出する。

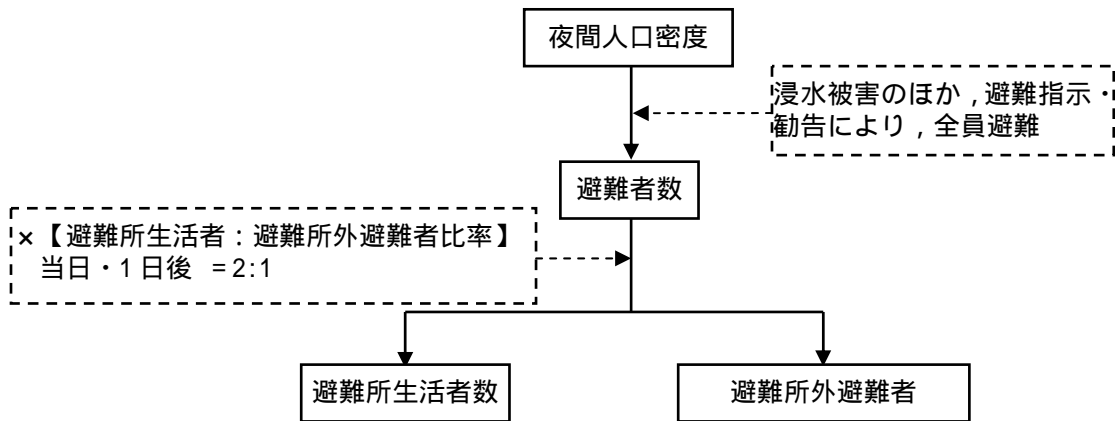
避難者数の算出フロー（津波浸水区域外）



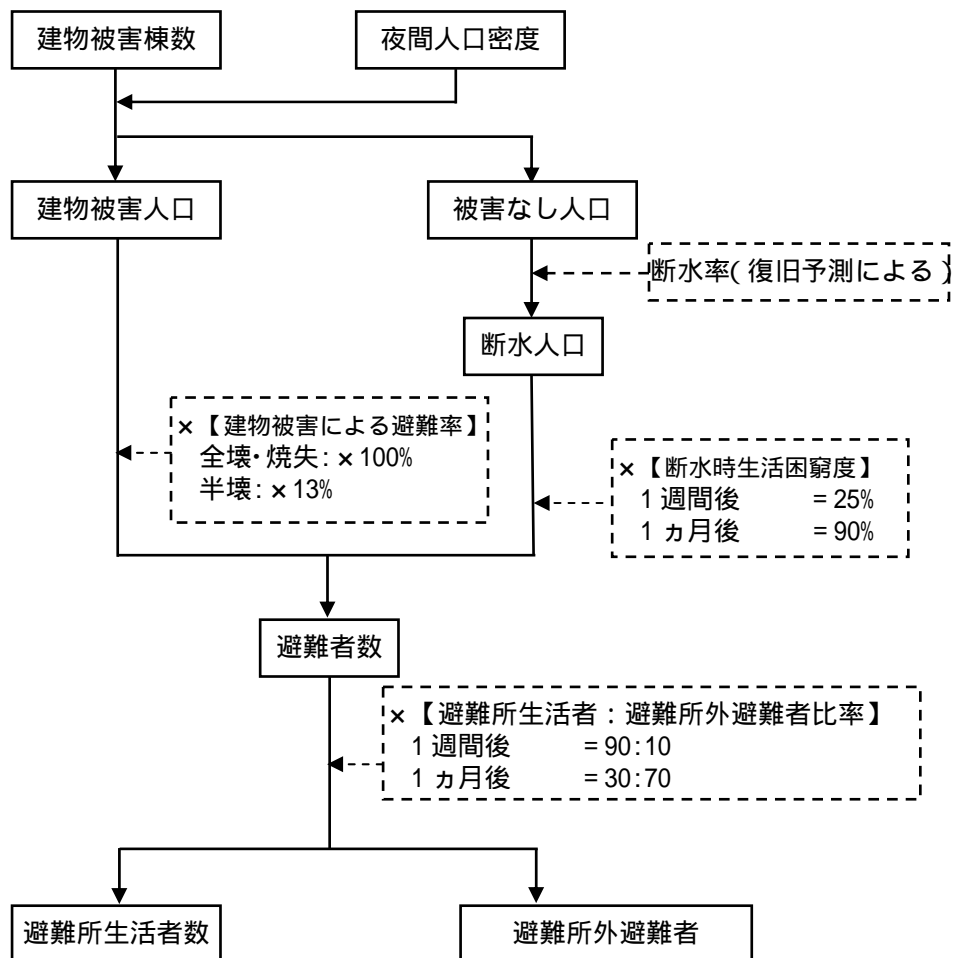
津波浸水区域内

- ・ 発災後 3 日目までは、浸水被害のほか、避難指示・勧告によって、全員が避難すると考える。
- ・ 発災後 4 日目以降では、建物被害による避難者と、ライフライン被害による避難者に分けて算出する。

避難者数の算出フロー（津波浸水区域内：3 日目まで）



避難者数の算出フロー（津波浸水区域内：4 日目以降）



(2) 帰宅困難者

各地区に滞留する就業、就学者のうち、代表交通手段が鉄道、バス、自動車、二輪車の「帰宅距離別滞留人口」に対して、東日本大震災の帰宅実態調査結果に基づく外出距離別帰宅困難率を乗じて算出する。

滞留者の設定

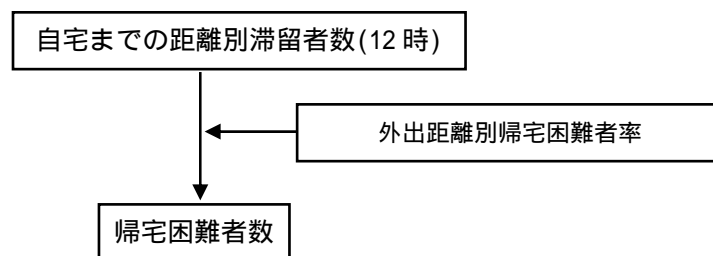
平成 22 年国勢調査報告の「従業地・通学地による常住市区町村，男女別 15 歳以上就業者数及び 15 歳以上通学者数(15 歳未満通学者を含む通学者 - 特掲) - 都道府県，市町村」のデータを用いて、自宅までの距離別滞留者数データを作成する。なお，就業・就学地から自宅までの距離は，就業・就学地のある役場から自宅のある役場間の直線距離で代用する。

想定手法

- ・代表交通手段が徒歩・自転車の場合，災害時においても徒歩・自転車で帰宅すると考え，全員が「帰宅可能」とみなす。
- ・通勤，通学者の利用交通機関の設定においては，平成 22 年国勢調査報告の「常住地又は従業地・通学地による利用交通手段(9 区分)別 15 歳以上自宅外就業者・通学者数 - 全国，都道府県，市町村」のデータを用いて設定する。
- ・市街地の滞留者が多いと考えられる昼 12 時を想定する。
- ・具体的な設定は，自市町内への通勤・通学者に歩行・自転車を優先的に配分し，以降，市町役場間の直線距離が近い自治体に対する通勤・通学者に割り当てる。
- ・外出距離別帰宅困難者率は，東日本大震災の帰宅実態調査結果に基づき次式によって求める。外出距離には市町役場間の直線距離を用いる。

$$\text{外出距離別帰宅困難者率(\%)} = (0.0218 \times \text{外出距離 km}) \times 100$$

帰宅困難者の算出フロー



【算出式】

$$\text{帰宅困難者数} = \text{自宅までの距離別滞留者数} + \text{外出距離別帰宅困難者率}$$

(3) 物資不足量

避難所生活者を対象者として、食糧・給水需要量等から、不足量を算出する。なお、被害が最大となる条件で想定を行う。

【算出式】

$$\text{物質不足量} = \text{需要量} - \text{供給量}$$

食糧不足量

- ・対象とする食糧は、米、主食系食糧(米以外)、粉ミルク(0歳児が対象)とする。
- ・食糧需要は阪神・淡路大震災の事例に基づき、避難所生活者の1.2倍を対象者として、1日3食を原単位とする。
- ・食糧の供給は、県・市町の備蓄数量とする。

給水不足量

- ・給水需要量は避難所生活者を給水需要者として算出し、飲料水のみを考慮する場合は1日3リットルを原単位とする。
- ・飲料水の供給は、県・市町のペットボトル等の備蓄数量とし、水道事業者が管理する配水池(タンク等)における緊急遮断弁等による飲料水の確保分は考慮しない。

(4) 仮設トイレ不足量

避難所生活者を対象者として、仮設トイレ不足量を算出する。なお、被害が最大となる条件で想定を行う。想定手法は、中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」(2003)を参考とする。

- ・需要は、避難所における避難者数及び下水道の機能支障人口を対象とし、仮設トイレについては100人あたり1基、簡易トイレについては10人あたり1個を原単位とする。(1日後の仮設トイレ不足量算出には、簡易トイレを仮設トイレ0.1基に換算する)また、容量で評価する場合は、1人1日あたり、し尿排出量を1.2リットルとし、し尿収集の間隔日数を3日とする。
- ・供給は県・市町の持つ仮設トイレ・簡易トイレの備蓄量とする。

(5) 医療機能支障

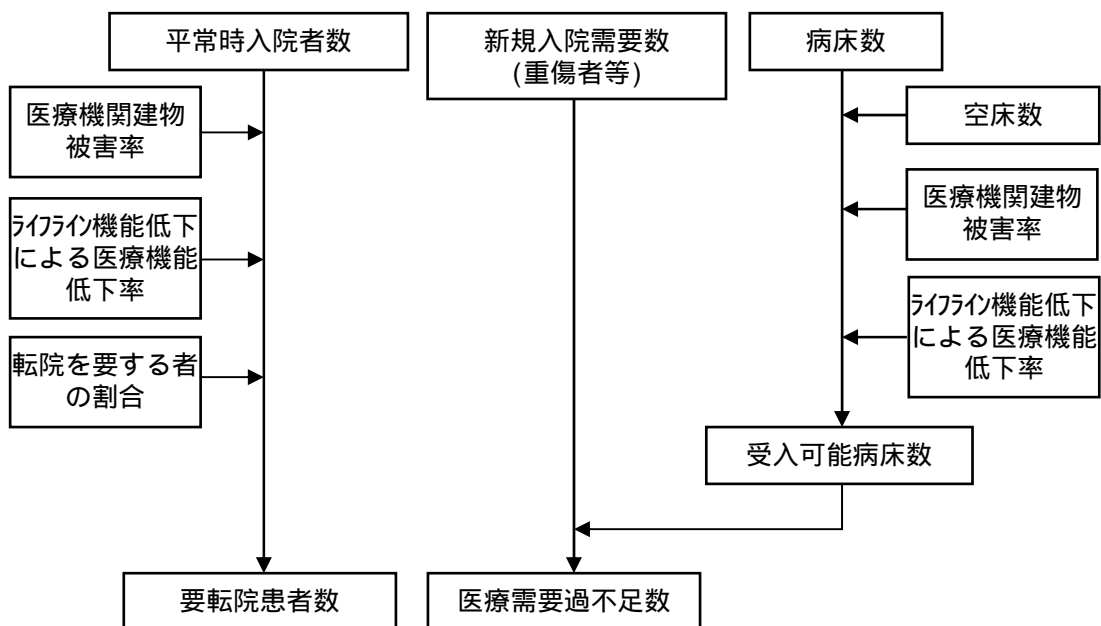
医療機能支障として、要転院患者数と医療需要過不足数を、二次医療圏単位で算出する。なお、被害が最大となる条件で想定を行う。

医療データ

県内の病床数、病床利用率から推計した入院者数の情報と、二次医療圏ごとの空床率(厚生労働省の公表する年間病床利用率を利用)から、二次医療圏ごとに整理する。

想定手法

医療機能支障の算出フロー



【算出式】

要転院患者数 = 平常時入院者数 × 医療機関建物被害率 × ライフライン機能低下による医療機能低下率 × 転院を要する者の割合

医療需給過不足数 = 新規入院需要発生数 - 受入可能病床数

要転院患者数

- ・ 平常時入院者数をベースに、医療機関建物被害率、ライフライン機能低下による医療機能低下率、転院を要する者の割合を乗じて算出する。
- ・ 医療機関建物被害率は、全壊率 + 1/2 半壊率 + 焼失棟数率とする。
- ・ ライフライン機能低下による医療機能低下率は、阪神・淡路の事例データを参考とし、断水あるいは停電した場合、震度6強以上地域では医療機能の60%がダウンし、それ以外の地域では30%がダウンすると仮定する。
- ・ 転院を要する者の割合は50%と設定する。

医療需要過不足数

- ・医療需給過不足数は、重傷者対応を対象とする。
- ・医療需要は、震災後の新規入院需要発生数として、重傷者 + 病院での死者（全死者数の 10%にあたる）を想定する。
- ・医療供給量は、医療機関の病床数をベースとして、医療機関建物被害率（全壊率 + 1/2 半壊率 + 焼失棟数率）、空床率、ライフライン機能低下による医療機能低下率を乗じて算出する。
- ・需要と供給の差より、過不足量を算出する。

8 その他施設等の被害

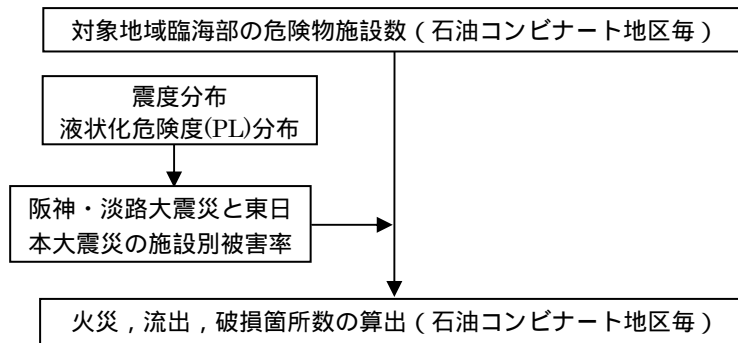
(1) 石油コンビナート地区被害

阪神・淡路大震災と東日本大震災の危険物施設被害実態に基づき、地震動による石油コンビナート地区ごとの危険物の火災，流出，破損箇所数を算出する。

想定的基本的考え方

石油コンビナート地区ごとの危険物施設数データを収集し、施設別の被害率を用いて被害箇所数を予測する。

危険物の火災，流出，破損箇所数の算出フロー



【算出式】

被害箇所数 = 施設数 × 震度別被害率 + 液状化による影響

阪神・淡路大震災と東日本大震災の施設別被害率

・ 阪神・淡路大震災と東日本大震災の被災数を合算して被害率を設定する。

危険物施設の被害率

製造所等の区分	施設数	震度6弱						震度6強						
		被害数			被害率			被害数			被害率			
		火災	流出	破損等	火災	流出	破損等	施設数	火災	流出	破損等	火災	流出	破損等
製造所	918	0	1	54	0.0%	0.1%	5.9%	177	0	0	17	0.0%	0.0%	9.6%
屋内貯蔵所	7,160	0	27	24	0.0%	0.4%	0.3%	2,918	0	35	60	0.0%	1.2%	2.1%
屋外タンク貯蔵所	6,988	0	10	254	0.0%	0.1%	3.6%	3,051	0	13	301	0.0%	0.4%	9.9%
屋内タンク貯蔵所	1,758	0	1	1	0.0%	0.1%	0.1%	578	1	1	8	0.2%	0.2%	1.4%
地下タンク貯蔵所	10,043	0	7	36	0.0%	0.1%	0.4%	5,176	0	16	98	0.0%	0.3%	1.9%
移動タンク貯蔵所	6,970	0	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	3,850	0	0	3	0.0%	0.0%	0.1%
屋外貯蔵所	1,573	0	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	904	0	0	33	0.0%	0.0%	3.7%
給油取扱所	6,799	0	1	245	0.0%	0.0%	3.6%	3,572	0	5	329	0.0%	0.1%	9.2%
移送取扱所	104	0	3	14	0.0%	2.9%	13.5%	29	0	2	8	0.0%	6.9%	27.6%
一般取扱書	6,805	0	7	82	0.0%	0.1%	1.2%	3,556	4	14	153	0.1%	0.4%	4.3%

出典：「対策検討ワーキンググループ」

液状化の考慮

上記震度と被害率の関係は、「対策検討ワーキンググループ」¹⁾の方法で使用されている関係を用いるが、本被害想定では、液状化の影響を考慮し、液状化指数 PL > 15 で震度 5 強のコンビナートでは、震度 6 弱の被害率を、PL > 15 で震度 6 弱のコンビナートでは震度 6 強の被害率を使用する。なお、各石油コンビナート地区の震度と PL は、その地区が含まれるメッシュの平均とする。

1) 内閣府：南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ，南海トラフの巨大地震の被害想定項目及び手法の概要～ライフライン被害，交通施設被害，被害額など～，ホームページ，平成 25 年 3 月 18 日発表

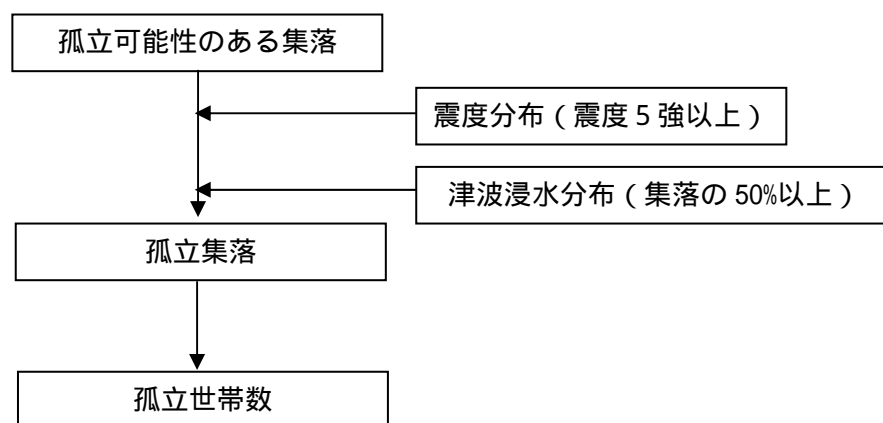
(2) 孤立集落の発生

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。

想定の基本的考え方

- ・ 農業集落、漁業集落のうち、孤立に至る可能性のある集落を設定し、震度5強以上のエリアにある集落又は、その集落（町丁目単位）の50%以上が浸水する場合を孤立集落と判定する。

孤立集落数と世帯数の算出フロー



孤立可能性のある集落

- ・ 山口県地域防災計画（災害危険箇所編：H16.3）における川の氾濫以外の大雨、暴風、高潮等の要因による孤立危険区域を被害想定の対象とし、所在地及び世帯数を整理する。

孤立に至る条件

- ・ 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。このため、中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」（2007）では孤立に至る条件を震度6強としている。
- ・ 本調査では、大雨、暴風、高潮等、地震以外の要因による孤立危険地区を対象としていることから、新潟県中越沖地震で孤立した集落に比べて孤立する危険性が高いと考え、孤立に至る条件を震度6強ではなく震度5強とする。

孤立世帯数の算出

- ・ 孤立の判定は、町丁目・大字単位で行う。町丁目・大字の最大震度が5強以上の場合には、当該町丁目・大字に属す集落を孤立集落数にカウントする。
- ・ また、孤立集落内の世帯数を孤立世帯数とする。

(3) 重要施設

地震時に災害対策拠点となる施設や、消防活動の拠点施設、医療拠点施設及び避難施設を重要施設とし、地震時の使用可能性を施設ごとに算出する。なお、被害が最大となる条件で想定を行う。想定手法は、広島県(2006)を参考に山口県公共施設耐震化基本計画との整合を考慮する。津波浸水の影響については、施設位置の浸水深(10mメッシュ)が1cm以上の場合を津波浸水の影響を受ける箇所として示す。

重要施設データ

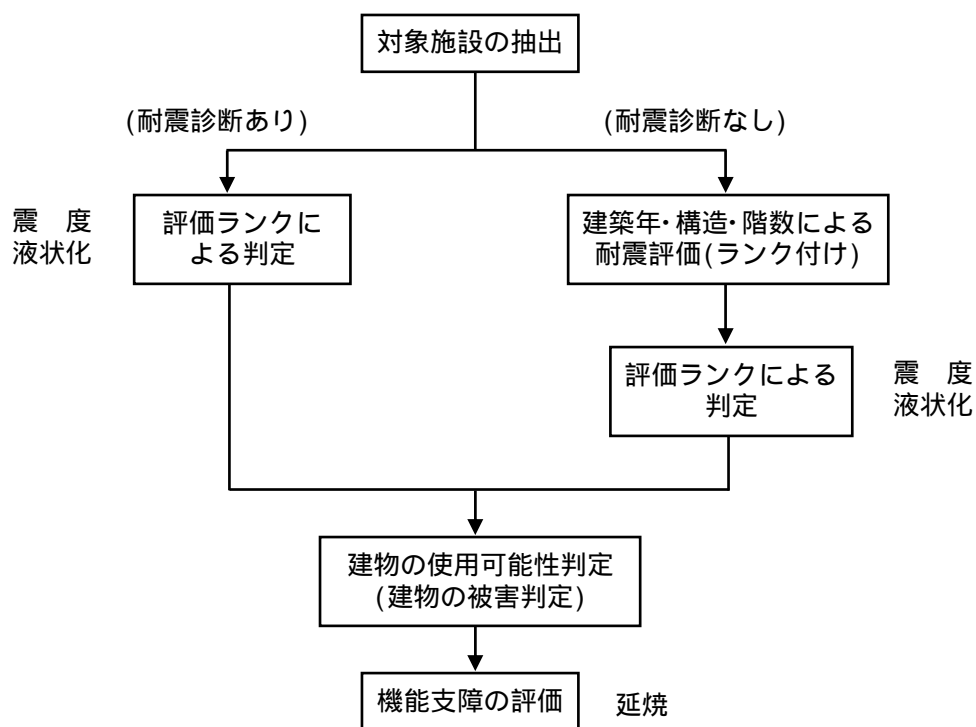
市町及び県より、下記 a, b, c に該当する施設の、施設分類、施設区分、施設名、所在地、収容人員、建築年次、構造(RC造, SRC造, S造, 木造・その他の4区分)、耐震診断を行っているものは耐震ランク(A, B, C, D)、耐震補強の有無の情報を収集し、整理する。

- a. 災害対策本部及び消防活動拠点となる施設(市町庁舎, 消防署所等)
- b. 避難拠点施設(学校, 公民館, 福祉施設等)
- c. 医療拠点施設(主要病院)

想定手法

神奈川県(1993)は、建物の評価と活動支援機能の評価により重要施設の機能支障について検討している。本調査ではこれを参考に、次のように重要施設の評価判定を行う。

重要施設の機能支障評価フロー



ア 建物の耐震性評価

- ・既に実施している建物の耐震診断結果を用いて、A～Dの4段階評価に分ける。
- ・耐震診断によって求まる構造耐震指標(I_s)と判定指標(I_{s0})から I_s / I_{s0} を求め、次表に示す に応じた耐震ランクを設定する。
- ・判定指標(I_{s0})は、防災センター、医療センターの場合には $I_{s0}=1.2$ 、各地区の病院の場合には $I_{s0}=1.0$ 、学校施設の場合には $I_{s0}=0.7$ 、一般官庁施設の場合には $I_{s0}=0.8$ (ただし、学校施設のうち鉄筋コンクリート造で第1次診断を採用する場合は、 $I_{s0}=0.9$) とする。
- ・なお、県有施設については判定指標を一律とし、算出した I_s 値に基づいて耐震性能を判定する。

耐震ランクの判定基準

	県有施設	耐震ランク
1.00	$I_s \geq 0.8$	A
$1.00 > I_s \geq 0.65$	-	B
$0.65 > I_s \geq 0.35$	$0.8 > I_s \geq 0.4$	C
$0.35 > I_s$	$0.4 > I_s$	D

- ・耐震診断が行われていない建物については、施設の構造及び建築年から、簡易的にA～Dの4段階に分類する。ランクの判定基準にあたっては、各種建築関係法規、基準の改定年、学会等の動向を考慮している。

耐震ランクの簡易判定基準（構造別）

R C 構造建物				
竣工年（昭和）	～ 44	45～53	54～56	57～
耐震ランク	D	C	B	A
S R C 構造建物				
・耐震ランクはすべてAランク				
S 構造建物				
竣工年（昭和）	～ 49	50～56	57～	
耐震ランク	D	B	A	
木造・その他構造の建物				
竣工年（昭和）	～ 56	57～		
耐震ランク	D	B		

イ 地震危険要因

地震危険要因は、震度、液状化、延焼とし、次のように分類する。

地震危険要因の分類

震度ランク（5段階）				
6強以上	6弱	5強	5弱	4以下
液状化危険度（2段階）				
P L 値 15 以上		P L 値 15 未満		
延焼危険（2段階）				
延焼区域にある		延焼区域にない		

ウ 評価手法

建物そのものの使用可能性について、震度と耐震性から次の判定基準により評価する。

耐震性と震度による判定

耐震性 \ 震度	~ 6 強	6 弱	5 強	5 弱	4 ~
	A				
B					
C	×				
D	×	×			

- ・液状化危険が大きい場合 評価を1ランク下げる（ , × ）
- ・想定延焼区域（メッシュ）内にある場合 使用可能性「×」

評価 : 使用可能である。

: 概ね使用可能であるが、一部使用に制限が生じる可能性がある。

× : 機能に支障をきたす可能性がある。

(4) ため池

県内のため池のうち 破堤した場合の被害予測戸数が 10 戸以上かつ貯水容量 5,000 m³以上のため池を対象として、堤体・基礎地盤の耐震性と震度分布から地震時の危険度を算出する。想定手法は、広島県(2006)を用いる。

ため池データ

対象ため池の、位置、堤体の形状、影響人口、影響戸数等の情報を収集し、整理する。

想定手法

- ・建設省河川局(1978)は、河川堤防の耐震性を簡易的に判定する手法として、堤防の高さ、平均幅(堤防天端と堤防敷の平均)、堤体の締め固め度、地盤種別などの要因から堤体の耐震性と基礎地盤の耐震性ランクを組み合わせることで堤防の耐震性を判定した上で、想定される地震動の大きさを考慮し地震時の危険性を評価している。
- ・本調査ではこの手法を参考に、下表のようにため池堤体の耐震性を評価する。

堤防の耐震性の一次判定

堤体の耐震性 基礎地盤の耐震性	1	2	3
a	a	b	c
a	b	c	c
b	c	c	c

堤体の耐震性

- 1...堤防高(H) 6mかつ平均幅 3Hかつアースダム
- 3...堤防高(H) < 3mかつ平均幅 > 6Hもしくは重力式ダム
- 2...上記以外のもの

基礎地盤の耐震性

- ...旧河道、旧湖沼などの地震時に液状化しやすい地域、地震応答解析結果より液状化の可能性が高い地域、設定したT_Gが1.5以上
- ... 以外の 種地盤
- ... ~ 種地盤
- 液状化が高い地域：P L > 15 のメッシュ
- T_G：地盤の特性値であり、耐震設計上の地盤種別を ~ 種で分類する際に用いる指標

基礎地盤の耐震性を判断する地盤種別

地盤種別	地盤の特性値 T_G (s)	該当する一般的な地盤
種	$T_G < 0.2$	岩盤
種	$0.2 \leq T_G < 0.6$	洪積層
種	$T_G \geq 0.6$	沖積層

ため池の危険度評価

想定地震時の危険性については、下表に示すとおり評価した。

ため池の危険度評価テーブル

一次判定	～震度5弱	震度5強	震度6弱	震度6強～
a	C	B	A	A
b	C	C	B	A
c	C	C	C	B

A...ため池の破壊による災害発生の危険性が高い

B...ため池の破壊による災害発生の危険性がやや高い

C...ため池の破壊による災害発生の危険性は低い

(5) 災害廃棄物発生

建物の全壊等によるがれき等の災害廃棄物，津波により生じる土砂・泥状物等の津波堆積物の発生量を算出する。なお，建物被害棟数が最大となる条件とする。

災害廃棄物

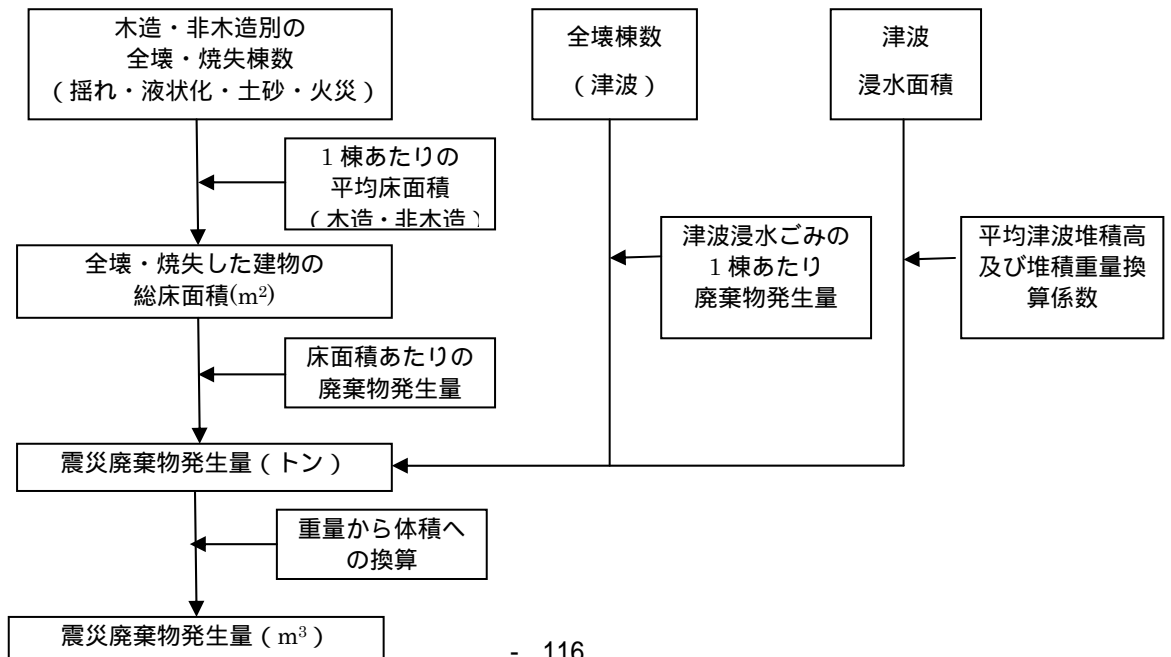
- ・主に揺れ，液状化，土砂，火災，津波による建物の全壊・焼失による躯体残骸物を対象とする。
- ・災害廃棄物発生量 = 被害を受けた建物の総床面積 × 面積あたり廃棄物重量
= (全壊・焼失棟数) × 1棟あたり床面積 × 床面積あたりの震災廃棄物発生量
- ・床面積あたりの震災廃棄物発生量 (トン / m²)
木造 = 0.6 トン / m² ， 非木造 = 1.0 トン / m² ， 火災による焼失 = 0.23 トン / m²
- ・津波浸水ごみの1棟あたり廃棄物発生量：116 トン / 棟
- ・重量から体積への換算は，木造：1.9 m³ / トン，非木造 0.64 m³ / トンを用いる。
- ・1棟あたりの平均床面積は，平成12～16年の5年間の山口県におけるデータをもとに，木造 118 m²，非木造 329 m²と設定する。

津波堆積物

- ・東日本大震災における測定結果より津波堆積物の堆積高を 2.5cm～4cm に設定し，それに浸水面積を乗じて津波堆積物の体積量を推定する。
- ・津波堆積物発生量 = 津波浸水面積 × 平均津波堆積高 × 体積重量換算係数
- ・なお，堆積高の分布状況が把握できておらず，平均堆積高の推定が困難であること等から，津波堆積高は幅を持たせて設定することとする。
- ・推定された体積量に対して，汚泥の体積重量換算係数を用いて津波堆積物の重量を推定する。

体積重量換算係数 = 1.46～1.10 トン / m³

災害廃棄物・津波堆積物の発生量算出フロー



(6) 道路閉塞

道路の閉塞により、人命救助、消防活動・避難等が困難となることから、阪神・淡路大震災時の調査データに基づき、家屋等の倒れ込みによる道路リンクの閉塞率をメッシュ毎に算出する。

幅員別の道路延長データ

- ・数値地図 25000(空間データ基盤)平成 15 年 3 月 24 日の山口県版から幅員 13m 未満の道路を対象に、幅員別の道路延長位置情報をもとに、メッシュ内における延長データを作成した。

道路延長データ

幅員 3m 未満 (km)	幅員 3m～5.5m 未満 (km)	幅員 5.5m～13m 未満(km)
11,006	7,822	3,908

道路リンク閉塞率

- ・道路リンク閉塞率とは、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とする。
- ・幅員 13m 未満の道路を対象に、幅員別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出する。

【幅員 3m 未満の道路】

$$\text{道路リンク閉塞率}(\%) = 1.28 \times \text{建物被災率}(\%)$$

【幅員 3m 以上 5.5m 未満の道路】

$$\text{道路リンク閉塞率}(\%) = 0.604 \times \text{建物被災率}(\%)$$

【幅員 5.5m 以上 13m 未満の道路】

$$\text{道路リンク閉塞率}(\%) = 0.194 \times \text{建物被災率}(\%)$$

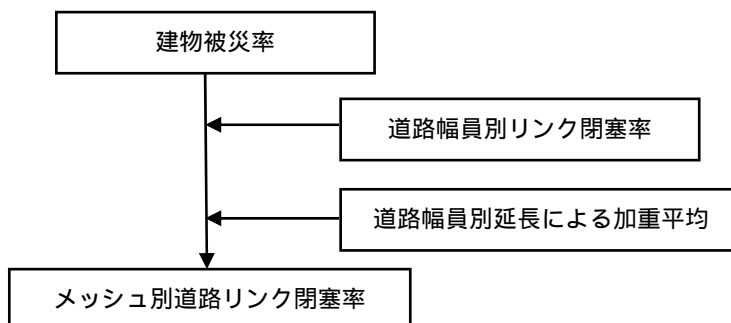
出典：「対策検討ワーキンググループ」

- ・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。

メッシュ別の道路リンク閉塞率＝

$$((\text{道路幅員別延長}) \times (\text{道路幅員別リンク閉塞率})) / (\text{道路幅員別延長})$$

メッシュ別の道路リンク閉塞率の算出フロー



9 経済被害

経済被害の対象を直接被害額として、被害を受けた施設及び資産の復旧、再建に要する費用を被害額として算定する。

地震の発生条件は「冬の夕方18時、風速15m/s」とする。

推計は、建物被害率に基づいて推計を行う「建物倒壊等による資産への被害」と「社会基盤の被害」により算定する。なお、建物倒壊等による資産への被害と社会基盤の被害のうち港湾と砂防については県独自の原単位を採用し、その他については「対策検討ワーキンググループ」の原単位を採用する。

対象項目と推計方法等

	項目	推計方法	原単位，資産額
建物倒壊等による資産への被害	住宅	市町別建築被害量(全壊,半壊)×復旧費用原単位(半壊は1/2評価)	新規住宅1棟当たり工事費単価(構造別)
	非住宅(民間事業所及び公共建築物)		新規非住宅1棟当たり工事費単価(構造別)
	家財		1世帯当たり所有家財購入額
	製造業の機械・設備等	建築被害率(全壊,半壊)×市町別資産額(半壊は1/2評価)	機械・設備等の粗資産額
	在庫		商業商品手持額,製造業在庫額
	倒壊建物等の除去費・処理費	市町別発生廃棄物量(全壊,半壊)×(除去費+リサイクル率×処理費)(半壊は1/2評価)	廃棄物1トン当たり除去費 廃棄物のリサイクル率 廃棄物1トン当たり処理費
社会基盤の被害	上水道施設	断水人口×人口あたりの復旧額	
	下水道施設	管渠被害延長×管渠被害延長あたりの復旧額	
	電力施設	電柱被害本数×電柱1本あたりの復旧額	
	通信施設	不通回線数×回線あたりの復旧額	
	ガス施設	供給停止ブロック内の低圧導管の被害箇所なし	
	道路	被害箇所数×箇所あたりの復旧額	
	鉄道	被害箇所数×箇所あたりの復旧額	
	港湾	被災岸壁施設数×岸壁あたりの復旧額	
	砂防	急傾斜地崩壊箇所数×箇所あたりの復旧額	

(1) 建物倒壊等による資産への直接被害額の推計 (住宅及び非住家)

推計方法

住宅と非住宅 (民間事業所及び公共建築物) のそれぞれで物理的被害量が被害棟数として推計されている。これに 1 棟当たり着工工事費を乗じることで、復旧費用額を算出した。

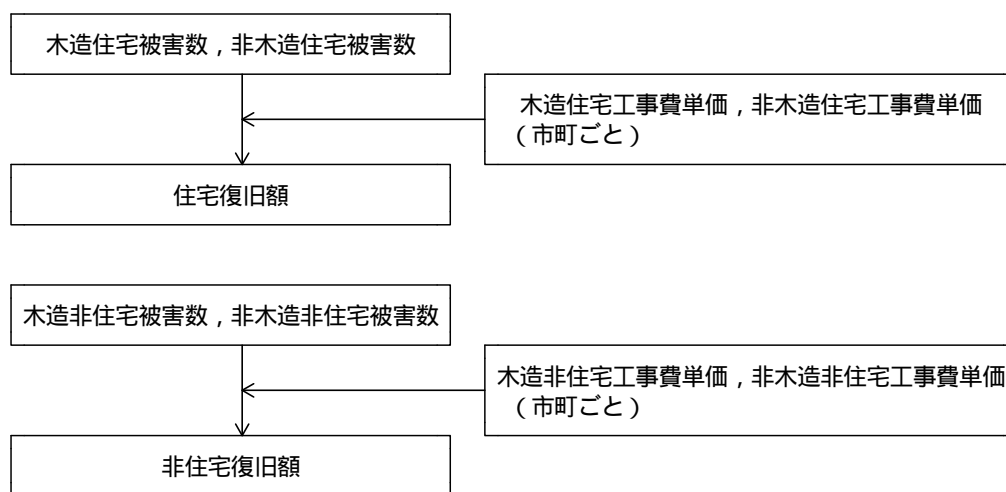
市町別・構造別の建築物 1 棟当たり着工工事費の推計

震源位置等の地震の条件、構造別の建物ストックの違いといった市町の特徴を反映するため、住宅及び非住宅の 1 棟当たり着工工事額を、市町別・構造 (木造・非木造) 別に算出した。

住宅及び非住宅復旧額の推計

木造・非木造ごとに、各市町で想定される住宅の全壊・半壊数に対して、上記推計による工事費単価を乗じて、住宅復旧額の推計を行った。非住宅についても同様の計算を行った。なお、工事費単価を乗じる際、半壊については全壊の 1 / 2 の金額を乗じた。

建築物 (住宅・非住宅) の市町別被害額の推計方法



工事費単価を半壊は全壊の 1 / 2 とした

(2) 建物倒壊等による資産への直接被害額の推計（家財被害）

世帯当たりの所有家財購入額の推計

家庭用設備，家庭用耐久財，自動車，教養娯楽用耐久財などの家財について，山口県における千世帯当たりの所有数量を把握した。これに各家財の購入価格を乗じて，被害によって失われた家財を復旧するために必要な1世帯当たりの家財購入額を算出した。

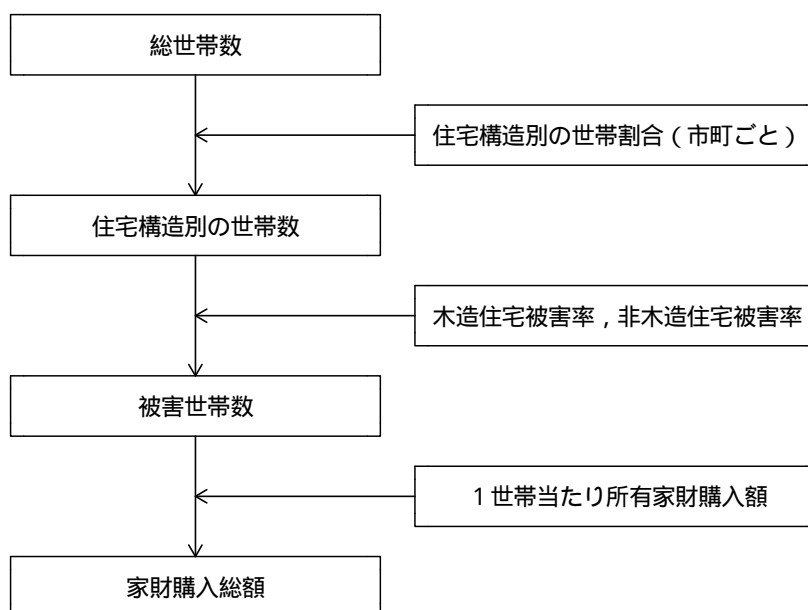
被害世帯数の推計

住宅は構造で被害率が大きく異なるため，市町別に，木造住宅及び非木造住宅に居住する世帯数を把握した。これらの世帯数に構造別の住宅被害率（全壊・半壊）を掛け合わせ，被害世帯数を推計した。

被害復旧のための家財購入額の推計

市町別の被害世帯数に対して，1世帯当たり所有家財購入額を乗じて，被害復旧のための家財購入額を推計した。なお，1世帯当たり所有家財購入額を乗じる際，半壊については全壊の1/2の金額を乗じた。

市町別家財購入総額の推計方法



(3) 建物倒壊等による資産への直接被害額の推計（製造業の機械・設備等被害）

製造業の機械・設備等の固定資産額は、他の直接被害が再取得額であることを考慮して、減価償却控除前の粗資産額に対する被害を想定した。

製造業の粗資産額の推計

内閣府「民間企業資本ストック年報」の全国製造業における粗資産額に対して、工業統計表の固定資産額（純資産額）における山口県の全国シェアを乗じて、山口県製造業の粗資産額を推計した。

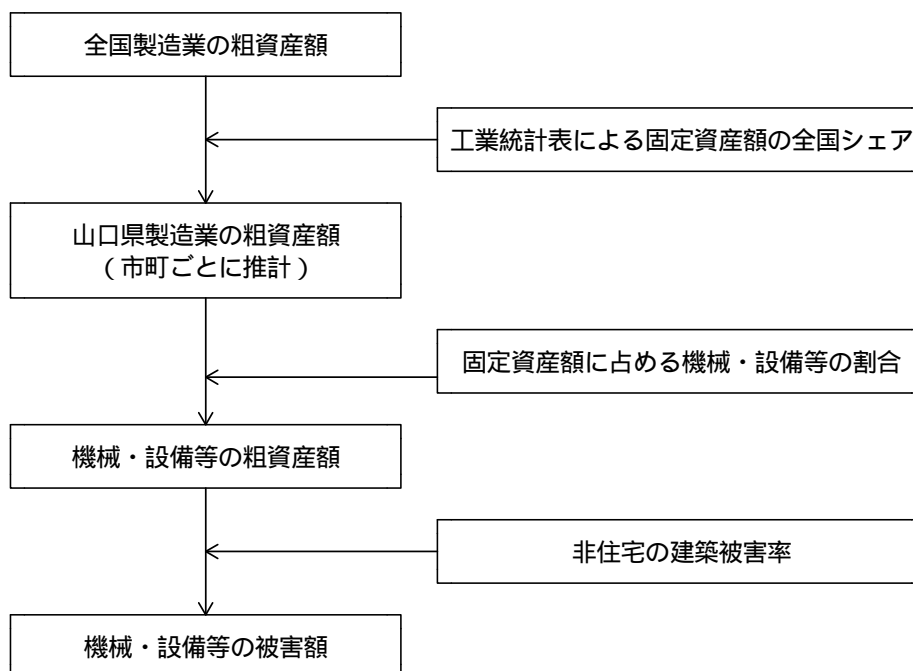
機械・設備等の粗資産額の推計

粗資産額には工場等の建築物が含まれるため、非住宅の建物被害推計と重複が生じる。そこで、経済産業省「工業統計表」の有形固定資産額のうち、機械・設備等（機械・装置、運搬具、工具等）が占める割合を別途推計して、機械・設備等の粗資産額を求めた。

機械・設備等の被害額の推計

機械・設備等の粗資産額に、非住宅の建築被害率を乗じることで被害額を推計した。なお、粗資産額を乗じる際、半壊については全壊の1/2の金額とした。

製造業機械・設備等の市町別被害額の推計方法



粗資産額を乗じる際、半壊は全壊の1/2とした

(4) 建物倒壊等による資産への直接被害額の推計 (在庫資産被害)

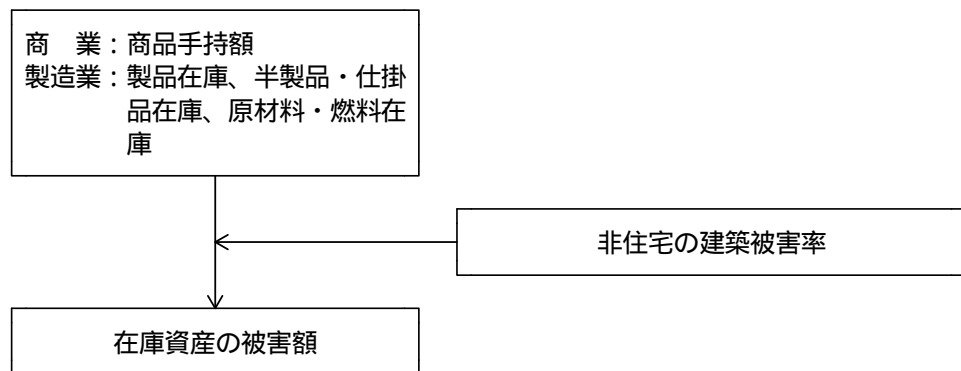
市町別在庫資産額の推計

商業の在庫資産は経済産業省「平成 16 年 商業統計確報」より商品手持額を推計し、また製造業の在庫資産は「平成 17 年 山口県の工業統計調査結果」の製品在庫、半製品・仕掛品在庫、原材料・燃料在庫により推計した。

在庫資産被害額の推計

上記の在庫資産額に、非住宅の被害率 (全壊・半壊) を乗じて在庫資産の被害額を推計した。なお、在庫資産額を乗じる際、半壊については全壊の 1 / 2 の金額とした。

在庫資産の市町別被害額の推計方法



在庫資産額を乗じる際、半壊は全壊の 1 / 2 とした

(5) 建物倒壊等による資産への直接被害額の推計 (災害廃棄物等の除去・処理費)

南海トラフ巨大地震により発生するがれき等の災害廃棄物等については、被害想定結果より推計される。災害廃棄物等の処理費用については、東日本大震災における額について現在取りまとめ中であるため、現段階では阪神・淡路大震災時の平均的な費用である約 2.2 万円 / トンと設定した。