

第Ⅲ編 手法編

目 次

1. 津波.....	Ⅲ- 1
(1) 解析手順.....	Ⅲ- 1
(2) 計算条件.....	Ⅲ- 39
(3) 計算結果.....	Ⅲ- 47
2. 地震動・地盤災害.....	Ⅲ- 88
(1) 地盤モデルの設定.....	Ⅲ- 88
(2) 地震動.....	Ⅲ- 93
(3) 液状化.....	Ⅲ-110
(4) 土砂災害.....	Ⅲ-116
3. 建物被害.....	Ⅲ-118
(1) 建物棟数データの設定.....	Ⅲ-118
(2) 液状化による建物被害.....	Ⅲ-119
(3) 揺れによる建物被害.....	Ⅲ-122
(4) 土砂災害による建物被害.....	Ⅲ-125
(5) 津波による建物被害.....	Ⅲ-126
(6) 地震火災による建物被害.....	Ⅲ-128
(7) 建物被害のダブルカウントの除去.....	Ⅲ-133
4. 人的被害.....	Ⅲ-134
(1) 人口データの設定.....	Ⅲ-134
(2) 建物倒壊による人的被害.....	Ⅲ-136
(3) 土砂災害による人的被害.....	Ⅲ-138
(4) 火災による人的被害.....	Ⅲ-139
(5) 津波による人的被害.....	Ⅲ-142
(6) 屋内収容物移動・転倒、屋内落下物による人的被害.....	Ⅲ-148
(7) 屋外落下物による人的被害.....	Ⅲ-150
(8) ブロック塀等の倒壊による人的被害.....	Ⅲ-153
(9) 自動販売機の転倒による人的被害.....	Ⅲ-156
(10) 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）.....	Ⅲ-158
(11) 津波被害に伴う要救助者・要搜索者.....	Ⅲ-160
(12) 災害関連死.....	Ⅲ-162
5. ライフライン被害.....	Ⅲ-163
(1) 上水道.....	Ⅲ-163
(2) 下水道.....	Ⅲ-167
(3) 電力.....	Ⅲ-170
(4) 通信.....	Ⅲ-174
(5) ガス.....	Ⅲ-178

6. 交通施設被害	Ⅲ-180
(1) 緊急輸送道路	Ⅲ-180
(2) 道路	Ⅲ-183
(3) 鉄道	Ⅲ-185
(4) 港湾	Ⅲ-187
7. 生活支障	Ⅲ-190
(1) 避難者	Ⅲ-190
(2) 要配慮者	Ⅲ-192
(3) 帰宅困難者	Ⅲ-193
(4) 物資需要量	Ⅲ-195
(5) 仮設トイレ必要量	Ⅲ-195
(6) 医療機能支障	Ⅲ-196
(7) 仮設住宅必要数	Ⅲ-198
8. その他施設等の被害	Ⅲ-199
(1) 石油コンビナート地区被害	Ⅲ-199
(2) 孤立集落の発生	Ⅲ-201
(3) 重要施設	Ⅲ-202
(4) ため池	Ⅲ-206
(5) 災害廃棄物	Ⅲ-208
(6) 道路閉塞	Ⅲ-210
(7) 文化財	Ⅲ-212
(8) 漁船・水産関連施設	Ⅲ-213
(9) エレベータ内閉じ込め	Ⅲ-214
9. 直接経済被害	Ⅲ-217
(1) 建物倒壊等による建築物（住宅及び非住宅）への直接被害額の推計	Ⅲ-219
(2) 建物倒壊等による家財への直接被害額の推計	Ⅲ-221
(3) 建物倒壊等による償却資産・在庫資産への直接被害額の推計	Ⅲ-222
(4) ライフライン・交通施設・その他社会基盤への直接被害額の推計	Ⅲ-223
10. 間接経済被害	Ⅲ-226
(1) 間接経済被害額算定フローの概要	Ⅲ-226
(2) 生産関数モデルの推定（山口県過去 20 年）	Ⅲ-226
(3) 生産関数モデルの推定（全国都道府県）	Ⅲ-229

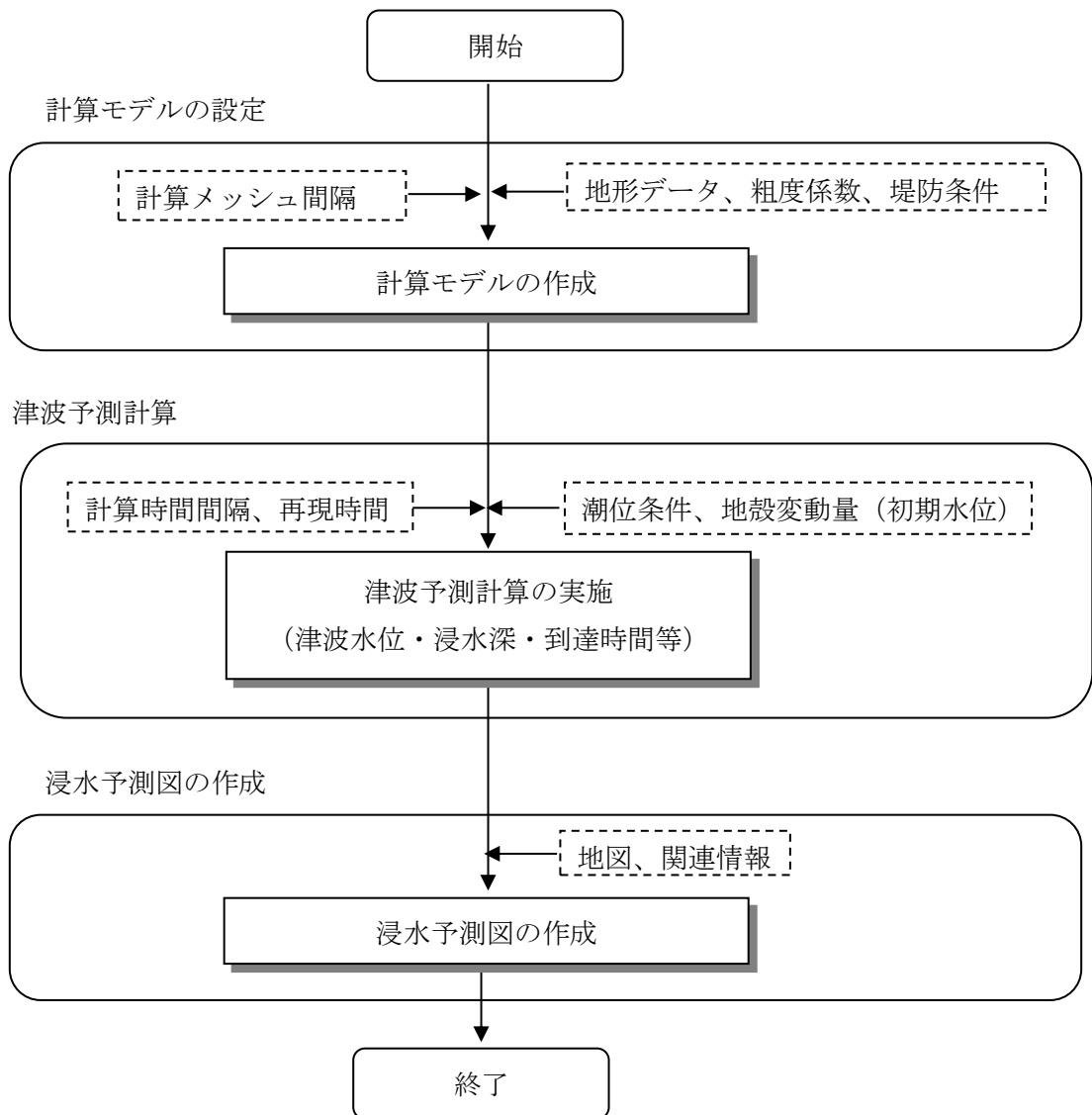
1. 津波

(1) 解析手順

① 手順

ア 津波シミュレーションの流れ

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った。また、予測結果に基づき浸水予測図を作成した。



図Ⅲ. 1-1-1 津波シミュレーションの流れ

イ 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）により計算を行った。

津波伝播の計算は、差分法により数値的に津波予測計算を行った。

【連続式】

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

【運動方程式】

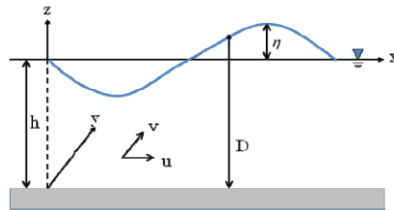
$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{MN}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gn^2}{D^{7/3}} M \sqrt{M^2 + N^2} = 0$$

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

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

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

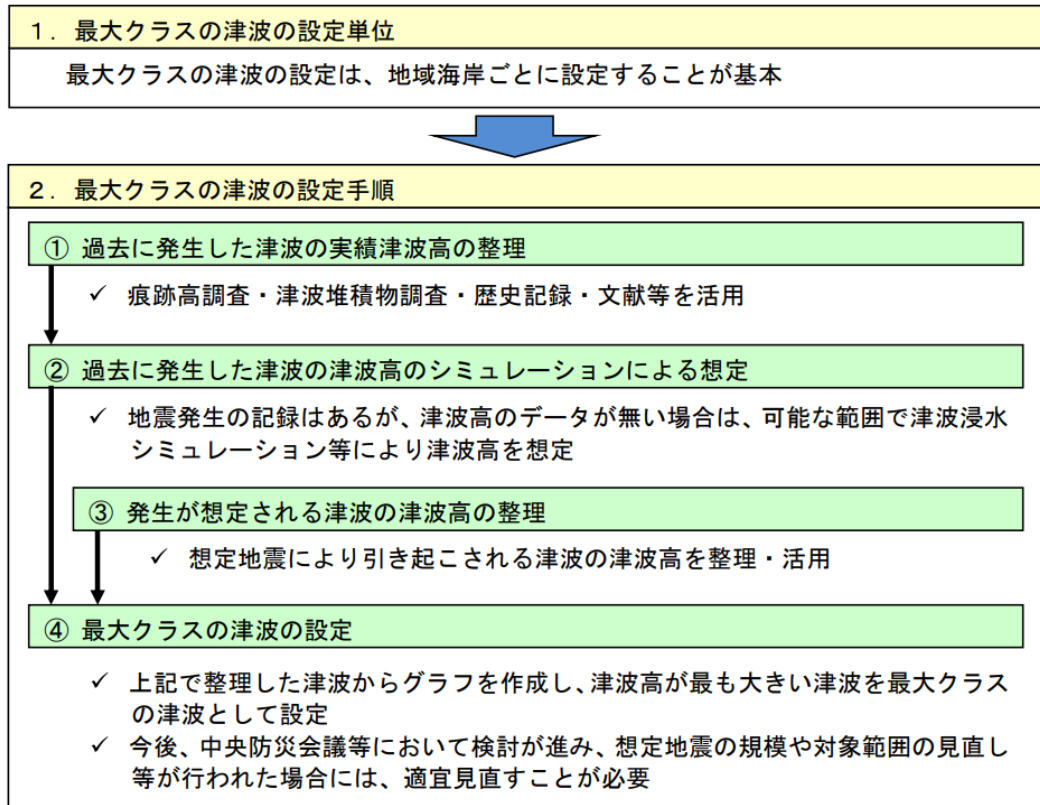


図Ⅲ. 1-1-2 支配方程式の座標系

② 想定する津波

ア 最大クラスの津波の選定手順について

最大クラスの津波となる断層モデルは、「津波浸水想定の設定の手引き」¹の手順に基づいて選定した。



図Ⅲ.1-1-3 最大クラスの津波選定の手順¹

イ 過去に発生した津波の実績津波高さの整理

過去に発生した津波の実績高さを「津波痕跡データベース」²により整理した。

津波痕跡データベースは、原子力発電所等の安全性評価に活用するために、東北大学工学研究科及び原子力安全基盤機構によって整備されたデータベースであり、痕跡の信頼度が付与されている。津波痕跡データベースにおいて、信頼度 A～D と評価されている痕跡値を図Ⅲ.1-1-4 及び表Ⅲ.1-1-1 に整理した。



図Ⅲ.1-1-4 瀬戸内海沿岸の実績津波高

表Ⅲ.1-1-1 過去に発生した津波の実績津波高さの整理

津波名	地名 (文献記載地名)	津波高 (m)	痕跡 信頼度	測定 基準面	資料名
1596年慶長豊後地震津波	上関町	0.7	B	-	津波痕跡 データベ ース ²
1707年宝永地震津波	周南市	2	D	-	
1854年安政南海地震津波	平生町	1	D	平均海水面	
1983年日本海中部地震津波	下関市	0.11	A	T.P.	
1993年北海道南西沖地震津波	下関市	0.03	A	-	
2011年東北地方太平洋沖地震津波	下関市	0.32	A	平常潮位	

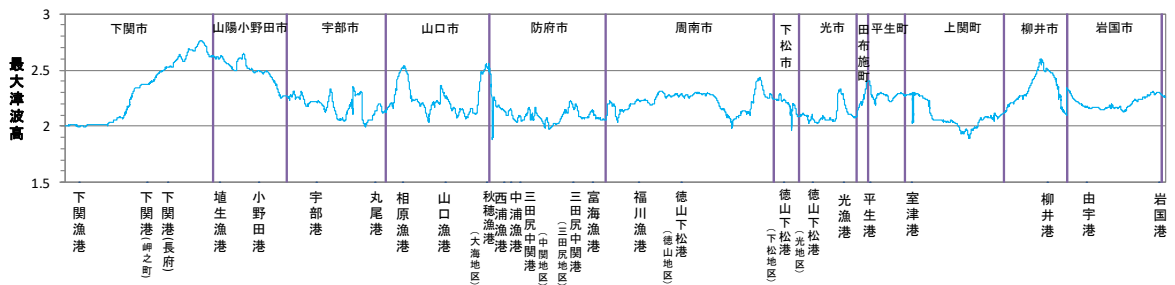
ウ 過去に発生した津波の津波高のシミュレーションによる想定
 (過去の地震による津波の再現計算)

実績津波高のデータが無い場合は、過去に発生した津波の再現シミュレーションによって最大クラスの津波を設定するためのデータとして活用できる。

中央防災会議(2003)においては、東南海・南海地震の津波断層モデルとして、1707年宝永地震の再現モデルを採用した。これは、1707年宝永地震が、1854年安政東海地震、1854年安政南海地震、1944年昭和東海地震、1946年昭和南海地震のうち、「既往最大」となると考え、過去に発生した最大の地震の記録の再現性を念頭に東南海・南海地震の津波高さを想定したものである。

したがって、山口県ではこれまでにこの中央防災会議(2003)東南海・南海地震の津波断層モデルをもとにシミュレーションを実施しており、1707年宝永地震の再現シミュレーションと考えることができる。

このシミュレーションによる沿岸域の津波高分布は図Ⅲ.1-1-5のとおりである。よって、今回調査においても、山口県の検討結果を活用するものとした。



図Ⅲ.1-1-5 1707年宝永地震の再現シミュレーションによる沿岸域の津波高分布

エ 想定津波の設定方法

前回調査では、瀬戸内海側の津波の選定において最大クラスの津波となる断層モデルを決定した。

そのため、今回調査においてもこの検討を踏襲し、最大クラスの津波となる断層モデルを決定した。次頁以降に、前回調査における検討内容を転載して示す。

なお、今回調査における想定津波については「**第 I 編 3. 被害想定的前提条件 (2) 想定地震・津波**」に示している。

(4) 発生が想定される津波の津波高の整理（想定地震による津波）

瀬戸内海において津波の発生が想定される地震として、プレート間地震である南海トラフ巨大地震に加え、プレート内地震や海域活断層地震等による津波が想定される。

これまで山口県地震被害想定調査等では、瀬戸内海の海域活断層については横ずれを主体とするため、また、プレート内地震については震源の深さが深いため、高い津波が発生しないとし、南海トラフで発生する津波が本県の瀬戸内海沿岸に最も影響があるとしてきた。

しかし、津波浸水想定をするにあたり、最大となる津波を念頭に置いて設定する必要があることから、地震調査研究推進本部（文部科学省）が瀬戸内海で長期評価を行っている海域活断層の周防灘断層群主部を、南海トラフ巨大地震と合わせて瀬戸内海沿岸で最大クラスの津波の検討対象とした。

■ 県内に影響を与える津波断層位置



南海トラフ巨大地震



周防灘断層群主部の地震

① 周防灘断層群主部による津波断層モデル

ア 断層の抽出

周防灘断層群主部に対する津波断層の既往設定情報を収集し、津波浸水シミュレーションを実施する想定断層を選定する。抽出した断層を次表に示す。

■ 周防灘断層群主部の津波断層の既往設定情報

海域区分	断層名	調査機関	主たる出典	本検討委員会の評価
周防灘	断層-A	山口県	山口県地震被害想定調査報告書、平成20年3月	海上保安庁海洋情報部の情報をもとに強震動予測のための断層モデルを設定している。
	断層-B	地震調査研究推進本部	宇部沖断層群(周防灘断層群)の長期評価について、平成20年11月	地震調査研究推進本部が平成20年11月に公開した知見であり、海上保安庁水路部の音波探査記録をもとに活断層の評価を実施している。
	断層-C	地震調査研究推進本部	全国地震動予測地図、平成21年7月	強震動予測のための断層モデルを設定しており、津波断層モデルとは異なるため、参考としない。
	断層-D	福岡県	津波に関する防災アセスメント調査、平成24年3月	主に地震調査研究推進本部の長期評価を参考に断層モデルを設定しており、水平成分と垂直成分の比率からすべり角を設定している。すべり量は活断層の長さから設定している。
	断層-E	大分県	大分県津波浸水予測調査結果(確定値)について、平成25年2月	福岡県と同じ断層モデルを設定している。
	断層-F	中国電力	上関原子力発電所原子炉設置許可申請書、平成21年12月	海上保安庁水路部と国土地理院の音波探査記録をもとに活断層の評価を実施している。
	周防灘断層群主部	本検討委員会	宇部沖断層群(周防灘断層群)の長期評価について、平成20年11月	地震調査研究推進本部が海上保安庁水路部の音波探査記録をもとに評価した結果を参考に、独自に断層パラメータを設定する。

イ 抽出した断層の概要

1) 断層－A

「前回の調査」（平成 19 年度被害想定調査）において、強震断層モデルとして防府沖海底断層の名称で設定している。当時の公開情報である海上保安庁海洋情報部ホームページに記載されている断層を参考に、周南市において地震動最大となる断層として設定している。断層諸元は断層の直線モデルの長さから断層長さ 44.1 km、M7.6 と設定した。

■ 想定断層の諸元

想定地震	地震 タイプ	震源位置		走向 (°)	傾斜 (°)	
		東経(°)	北緯(°)			
1) 防府沖海底断層	内陸 (地殻内)	(北端)131° 39' (南端)131° 23'	(北端)34° 00' (南端)33° 40'	N33° E	90	
想定地震	長さ (km)	幅 (km)	上端深さ (km)	気象庁マグニ チュードM	モーメントマグニ チュードM _w ^{*1}	震源深さ (km) ^{*2}
1) 防府沖海底断層	44.1	16.0	4.0	7.6	7.2	20.0

※1:モーメントマグニチュードM_w

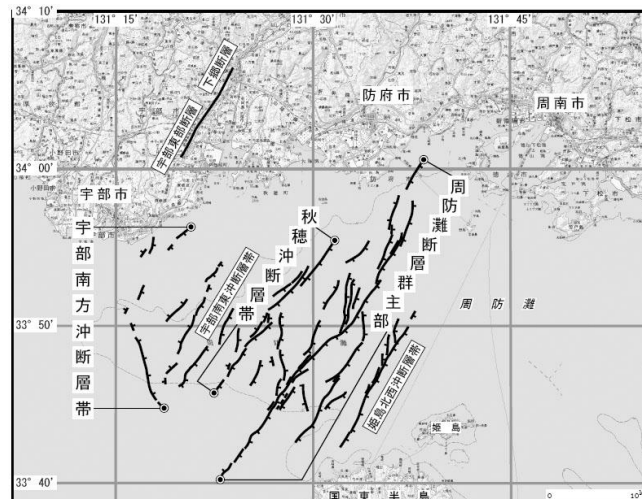
・地殻内地震は、 $M_w=0.879M+0.536$

※2:震度が大きく算出されるよう断層下端に設定

2) 断層－B

地震調査研究推進本部の長期評価として、周防灘東部に分布する周防灘断層群について平成 20 年 11 月に公表された。平成 10, 11, 13, 15 年度に海上保安庁によって行われた調査をはじめ、既往の調査研究成果に基づいて評価されている。周防灘断層群主部は、山口県防府市の南方沖から大分県の国東半島北西沖に至る断層帯で、長さ約 44km、概ね北北東－南南西方向に延び、右横ずれを主体とし、北西側隆起の成分を伴う断層とされている。断層の主な特性を次表に示す。

■ 周防灘断層群の評価において考慮



■ 周防灘断層群主部の特性

項目	特性	信頼度 (注3)	根拠 (注4)
1. 断層帯の位置・形態			
(1) 断層帯を構成する断層	山口県防府市の南方沖から大分県の国東半島北西沖にかけて分布する断層(海上保安庁水路部(2000)によるF. 3断層、F. 9断層、F. 15断層など)		文献3、4による。
(2) 断層帯の位置・形状	地表(海底)における断層帯の位置・形状 断層帯の位置 (北東端)北緯34° 00′ 東経131° 38′ (南西端)北緯33° 40′ 東経131° 23′ 長さ 約44km	○ ○ ○	文献3、4による。位置及び長さは図2から計測。
	地下における断層面の位置・形状 長さ及び上端の位置 地表(海底)での長さ・位置と同じ 上端の深さ 0km 一般走向 N30° E 傾斜 高角度 幅 不明	○ ◎ ○ ○	文献3、4による。 一般走向は断層帯の両端を結んだ方向(図2参照)。 文献2に示された音波探査断面から推定。 地震発生層の下限の深さは15-20km程度。
(3) 断層のずれの向きと種類	右横ずれ断層(北西側隆起を伴う)	△	文献2、4、5の記述及び周辺の地質構造などから推定。
2. 断層帯の過去の活動			
(1) 平均的なずれの速度	概ね0.2m/千年(上下成分)	△	文献4に示された地層のずれの量から推定。
(2) 過去の活動時期	活動1(最新活動) 約1万1千年前以後、約1万年前以前	○	文献5による。
(3) 1回のずれの量と平均活動間隔	1回のずれの量 1-2m程度(上下成分) 3-4m程度(右横ずれ成分)	△ △	文献5に示された図から計測。 断層の長さから推定。
	平均活動間隔 概ね5千8百-7千5百年	△	平均的なずれの速度と1回のずれの量(上下成分)から推定。
(4) 過去の活動区間	断層帯全体で1区間	△	断層帯の位置関係・形状等から推定。
3. 断層帯の将来の活動			
(1) 将来の活動区間及び活動時の地震の規模	活動区間 全体で1区間	△	断層帯の位置関係・形状等から推定。
	地震の規模 マグニチュード7.6程度	△	断層の長さから推定。
	ずれの量 3-4m程度(右横ずれ成分)	△	断層の長さから推定。

3) 断層－C

「地震調査研究推進本部の全国地震動予測地図（平成21年7月）」では、震源断層を特定した地震動予測地図として周防灘断層群の強震動予測のための断層モデルのパラメータが示されている。このパラメータは「震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）」に基づいて設定されている。

■ 周防灘断層群の強震動予測のための断層モデル

地震諸元

コード	断層名称	断層面のずれの向き		M_J	断層長さ	断層面の幅	断層面の傾斜角	地震発生層の深さ
10601	周防灘断層群主部	右横ずれ断層	長期評価	7.6程度	約44km	不明	高角度	下限深さ15・20km程度
			モデル化	M_w 7.0	46km	18km	90度	2・18km

強震動予測のための断層モデルのパラメータ

断層パラメータ	設定方法	想定周防灘断層群地震
		主部
断層帯原点	長期評価による	北緯33° 40′
活断層長さ L		東経131° 23′
気象庁マグニチュード M_{JMA}		44 km
地震モーメント M_0		7.6
モーメントマグニチュード M_w	$\log M_0 = 1.17 M_{JMA} + 10.72$	3.80E+19 Nm
	$M_w = (\log M_0 - 9.1) / 1.5$	7.0
断層モデル原点	地中の断層モデル原点位置	北緯33° 39′ 32.8″
		東経131° 23′ 38.8″
断層モデル上端深さ	S波速度を参考に設定	2 km
断層モデル長さ L_{model}	ルールに従い設定	46 km
断層モデル幅 W_{model}	ルールに従い設定	18 km
断層モデル面積 S_{model}	ルールに従い設定	828 km ²
走向 θ	長期評価の原点を結ぶ方向	N 33° E
傾斜角 δ	高角度	90°
すべり角 γ	右横ずれ断層(北西側隆起を伴う)	180°
静的応力降下量 $\Delta\sigma$	$\Delta\sigma = 7 / 16 \cdot M_0 / R^3$	3.9 MPa
平均すべり量 D	$D = M_0 / (\mu \cdot S_{model})$	1.5 m
剛性率 μ	$\mu = \rho \beta^2$	3.12E+10 N/m ²
密度 ρ	震源における密度	2700.0 kg/m ³
S波速度 β	震源におけるS波速度	3.4 km/s
破壊伝播速度 V_T	$V_T = 0.72 \cdot \beta$ (Geller(1976)より)	2.4 km/s
短周期レベル	$A = 2.46 \cdot 10^{17} \cdot M_0^{1/3}$	1.78E+19 N・m/s ²

4) 断層-D

「福岡県の津波に関する防災アセスメント調査報告書（平成24年3月）」では、周防灘断層群主部に対する津波断層モデルを表-8のように設定している。

なお、長期評価や既往調査結果で示された水平成分と垂直成分の比率から、すべり角を150°と評価して設定している。さらに、すべり量Uは、武村(1998)¹⁾のスケーリング則から活断層の長さLと幅Wから設定している。

$$\text{Log } L(\text{km}) = 1/2 \text{ Log } M_0 - 11.82$$

$$\text{Log } M_0 = 2.0 \text{ Log } L + 16.64$$

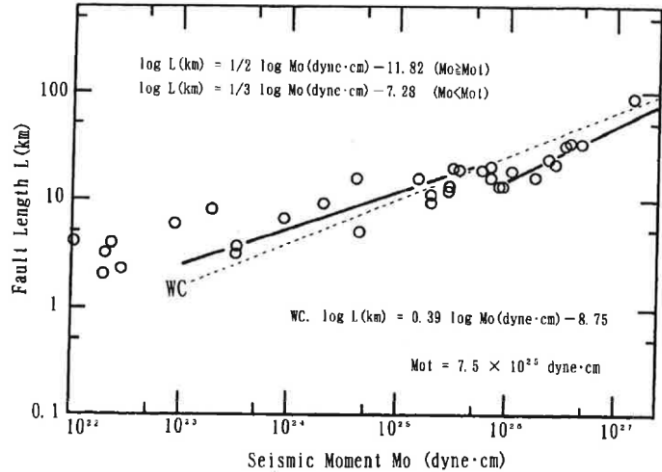
$$M_0 = 8.64E+19 \text{ Nm}$$

$$= 8.64E+26 \text{ dyne} \cdot \text{cm}$$

$$M_0 = \mu ULW$$

$$U = 3.7 \text{ m}$$

■ 地震モーメント M_0 と断層長さ L の関係⁶⁾



■ 周防灘断層群主部の断層パラメータ

断層名(波源)				周防灘		出典等
				周防灘断層群主部	別府湾-日出生断層帯東部	
FLAT	位置	Lat (緯度)	deg	34.01	33.33	地震調査研究推進本部：主要活断層の長期評価について
FLON	位置	Lon (経度)	deg	131.64	131.51	
FTAT	走向角	θ	deg	212.6	85.6	
FLEN	長さ	L	km	44.5	43.0	
FWID	幅(実幅)	W	km	15.0	15.0	
FDEP	上端深さ	Depth	km	0.0	0.0	土木学会の指針の「上縁深さを0kmとする」に従った。これは断層面上端が海底に達していることを示す。
FDIT	傾斜角	δ	deg	90	90	地震調査研究推進本部の長期評価で「高角」とされていることから90°と設定した。
FRMD	すべり角	λ	deg	150	-90	上下成分を伴う横ずれ断層とされた【周防灘断層群】については、長期評価や既往調査結果で示された水平成分と垂直成分の比率から、すべり角を30°と評価して設定した。【別府湾-日出生断層帯東部】は、引張応力場であるため正断層とした。
FDIS	すべり量	U	m	3.70	3.58	武村(1998)のスケーリング則に従った。 $\text{Log } M_0 = 2.0 \text{ Log } L + 16.64$ $M_w = (\text{Log } M_0 - 9.1) / 1.5$ $M_0 = \mu ULW$ (μ は岩盤の剛性率3.5Mpa)
地震モーメント		M_0	Nm	8.64E+19	8.07E+19	
マグニチュード		M_w (モーメント)		7.22	7.20	LogL=0.6 Mj - 2.9 (松田, 1975)
		M_j (気象庁)		7.58	7.56	
備考				表右欄に記載した文献、計算式に基づいて、本調査でパラメータを設定した。		

1) 武村雅之, 1998, 日本列島における地殻内地震のスケーリング則—地震断層の影響および被害地震との関連—, 地震 2, 51, 211-218

5) 断層－E

「大分県津波浸水予測調査結果（確定値）について（平成 25 年 2 月）」では、周防灘断層群主部に対する津波断層モデルを福岡県の設定モデルと整合したものを採用している。

6) 断層－F

中国電力では海上保安庁水路部と国土地理院の音波探査記録をもとに活断層の評価を実施している。周防灘断層群主部を FS-3 断層群と呼び、その長さを後期更新世（12～13 万年）以降の地層に変位や変形を与えていないことが確認できる側線間をもとに、最大約 41.5km としている。

7) 周防灘断層群主部の設定

断層-A～断層-F を比較すると活断層の長さについては、地震調査研究推進本部の長期評価において、中期更新世（60～70 万年）以降の地層に変位や変形を与えていないことが確認できる側線間をもとに設定した約 44km と、中国電力の後期更新世（12～13 万年）以降の地層に変位や変形を与えていないことが確認できる側線間をもとに、設定した約 41.5km の 2 つの考え方に集約される。一方、日本海側の見島付近西部断層や見島北方沖西部断層では第四紀層（Q 層）と新第三紀層（T 層）の境界が 78 万年前に堆積したとして、Q 層の変位量をもとに平均垂直変位量を設定した。

「活断層」は、最近数十万年間にくりかえし活動し、将来も活動することが推定される断層である。地震調査研究推進本部による「活断層の長期評価手法」によると、この「最近の地質時代」として約 40 万年程度を目安とするとの記述があり、この考え方を参考に、周防灘断層群主部の長さについては、地震調査研究推進本部の長期評価で採用している中期更新世（60～70 万年）以降の地層を基準に設定することとする。長期評価で示された活断層の北東端と南西端の直線距離として、44km を設定する。

また、断層パラメータの設定については、断層-C や断層-D, F の設定の考え方ではなく、日本海側の津波断層モデルの設定で採用した音波探査記録の解析結果から平均垂直変位速度を読み取り、その値に断層の平均活動間隔をかけることで縦ずれ成分を求めることとする。

ウ 津波断層モデルの設定

7) 津波断層モデル

断層-A と断層-B を参考に，断層モデル(すべり量 D とすべり角 λ を除く)を設定し，下表に示す。

■ 津波断層モデルの設定

海域区分	断層名	地震の規模		断層の位置		断層の大きさ			断層の向き	
		M	Mw	緯度 (°)	経度 (°)	上端深さ d(km)	長さ L(km)	幅 W(km)	走向 θ (°)	傾斜角 δ (°)
周防灘	周防灘断層群主部	7.6	7.22	34	131.63	0	44	15	210	90

2) すべり角 λ の設定方法

横ずれに伴う縦ずれ成分が津波を発生させる垂直方向の地殻変動を生じさせる原因と考え，音波探査記録と平均活動間隔から求まる縦ずれ成分のみを評価し，すべり角 λ は便宜上 90° (上下方向にずらす)，傾斜角 $\delta 90^\circ$ の逆断層モデルとして設定する。

3) すべり量 D の設定方法周防灘断層群主部の設定

地震調査研究推進本部の「宇部沖断層群(周防灘断層群)の長期評価について(平成20年1月17日)」によると，右横ずれ断層(北西側隆起を伴う)で，平均的なずれの速度を以下のように求めている。

海上保安庁水路部(2000)では，Ⅱ層(更新世後期段丘堆積物相当)に5m以上，Ⅲ層(更新世後期吉南層相当)に20m，Ⅳ層(更新世中期相当)に30mの高度差を認めている。これらのうちⅡ層上面は最終氷期の最大海退期に侵食を受けたとされていることから，その時期を2万1千5百年前程度とすると，Ⅱ層の上下変位量は5m以上であることから，平均上下変位速度を0.23m/千年以上と求められる。

$$V=U/21.5 \text{ 千年}=5\text{m}/21.5 \text{ 千年}=0.23 \text{ (m/千年)}$$

同様に，Ⅲ層は形成時期12万5千年前程度とすると，Ⅳ層上面の上下変位量30mを用いて算出すると平均上下変位速度を0.24m/千年以上と求められる。

$$V=U/125 \text{ 千年}=30\text{m}/125 \text{ 千年}=0.24 \text{ (m/千年)}$$

平均垂直変位速度0.24m/千年(上下成分)と平均活動間隔7千5百年(最大)を参考に，縦ずれ成分を次のように求める。

■ 音波探査記録から求めたすべり量 D

	単位	周防灘断層群主部
平均垂直変位速度	m/千年	0.24
活動間隔	年	7,500
垂直変位から求めた 縦ずれ成分 Dd	(m)	1.80
D	(m)	1.80

4) 津波断層モデルの断層パラメータ

以上の検討から設定した断層パラメータを下表に示す。

■ 津波断層モデルの断層パラメータ(周防灘断層群主部)

項目		山口県	地震調査研究推進本部「長期評価」	備考
地震の規模	M	7.6	活動区間 全体で1区間 地震の規模 マグニチュード7.6程度 ずれの量 3-4m程度(右横ずれ成分)	「長期評価」による松田式(1975)の次式から設定。 $\log L = 0.6M - 2.9$
	Mw	7.22	—	モーメントマグニチュードMwと活断層長さLの関係は、原子力発電所の津波評価技術(2002)により武村(1998)の次式による推定。 $\log L = 0.75Mw - 3.77$
断層の位置	緯度 (°)	34	(北東端)北緯34° 00' (南西端)北緯33° 40'	「長期評価」の北東端を原点とした。
	経度 (°)	131.63	(北東端)東経131° 38' (南西端)東経131° 23'	「長期評価」の北東端を原点とした。
断層の大きさ	上端深さ d(km)	0	0km	「長期評価」通り。
	長さ L(km)	44	約44km	「長期評価」に記載の北西端—南西端の長さから設定。
	幅 W(km)	15	不明	原子力発電所の津波評価技術(2002)による地震発生層厚さ15kmから設定。
	すべり量 D(m)	1.8	平均的なずれの速度 0.23m/千年、0.24m/千年(上下成分) 過去の活動時期 活動1(最新活動) 約1万1千年前以後、約1万年前以前 1回のずれの量と平均活動間隔 1回のずれの量 ・1-2m程度(上下成分) ・3-4m程度(右横ずれ成分) 平均活動間隔 ・概ね5千8百-7千5百年	「長期評価」の平均的なずれの速度と平均活動間隔から上下すべり量を評価。 $0.24(\text{m}/\text{千年}) \times 7千5百年 = 1.8(\text{m})$
断層の方向	走行 θ (°)	210	N30° E	「長期評価」通り。
	傾斜角 δ (°)	90	高角度	「長期評価」で「高角」とされていることから90°とした。
	すべり角 γ (°)	90	断層のずれの向きと種類 右横ずれ断層(北西側隆起を伴う)	横ずれに伴う縦ずれ(上下すべり量)成分のみを評価し、すべり角 λ は便宜上90°として設定。

エ 津波断層モデルの妥当性の確認

基本的に津波は海底地形の上下ずれによって発生するため、断層付近の海底地形が平坦であり、瀬戸内海のように水深も浅い場合には、横ずれによる津波の発生はわずかである。しかし、断層付近の海底地形に凹凸があり、海底の水平移動(3~4m)による鉛直水面変動が生じる場合には津波の発生が考えられる。

前頁のパラメータ設定では、この横ずれ成分による津波(初期水位)の発生を考慮できないため、武村(1998)²⁾のスケーリング則に従って求めたすべり量(D=3.7m)と、「長期評価」で示された1回のずれの量の水平成分と垂直成分の比率から設定したすべり角($\gamma=150^\circ$)を与えた横ずれ成分を考慮した計算を実施し、沿岸域での津波高の比較を行った。

■ 横ずれ成分を考慮した断層パラメータの設定根拠(周防灘断層群主部)

項目		山口県	地震調査研究推進本部「長期評価」	備考
断層の 大きさ	すべり量 D(m)	3.7	<u>平均的なずれの速度</u> 0.23m/千年、0.24m/千年(上下成分) <u>過去の活動時期</u> 活動1(最新活動) 約1万1千年前以後、約1万年前以前 <u>1回のずれの量と平均活動間隔</u> 1回のずれの量 ・1-2m程度(上下成分) ・3-4m程度(右横ずれ成分) 平均活動間隔 ・概ね5千8百-7千5百年	原子力発電所の津波評価技術(2002)の「本編参考資料4基準断層モデルの設定方法-海域活断層-」に従って設定 ・kanamori(1977)によるモーメントマグニチュード $\log M_0(N \cdot m) = 1.5M_w + 9.1$ ・地震モーメントの定義 $M_0 = \mu LW D$ ・剛性率 $\mu = 3.5 \times 10^{10}(N/m^2)$ $D = M_0 / \mu LW = 3.7(m)$
断層の 方向	すべり角 $\gamma(^\circ)$	150	<u>断層のずれの向きと種類</u> 右横ずれ断層(北西側隆起を伴う)	「長期評価」記載の右横ずれ量3.5m(松田式(1975)、最新活動時上下方向変位量の読取値1.8mを用いて設定)

オ 津波断層モデルの比較

断層モデルのすべり量、すべり角の設定の違いによる津波高の推計結果の比較を以下のケースについて実施した。

■ 周防灘断層群主部の津波断層パラメータ

断層名	すべり量の設定	地震の規模		断層の位置		断層の大きさ				断層の向き		
		M	M _w	緯度 ($^\circ$)	経度 ($^\circ$)	上端深さ d(km)	長さ L(km)	幅 W(km)	すべり量 D(m)	走向 $\theta(^\circ)$	傾斜角 $\delta(^\circ)$	すべり角 $\lambda(^\circ)$
周防灘断層群主部	縦ずれのみ	7.6	7.22	34	131.63	0	44	15	1.8	210	90	90
	横ずれあり	7.6	7.22	34	131.63	0	44	15	3.7	210	90	150

推計結果では、宇部市の一部の沿岸で「縦ずれのみ」のケースが「横ずれあり」より約10cm程度上回る箇所もあったが、概ね全域で「横ずれあり」の津波高が「縦ずれのみ」より大きくなり、その差は最大で約30cmあった。これより、断層モデルの設定には、津波高が大きく推計される「横ずれあり」の断層モデルを採用した。

²⁾ 武村雅之,1998,日本列島における地殻内地震のスケーリング則-地震断層の影響および被害地震との関連-,地震 2,51,211-218

② 南海トラフの巨大地震による津波断層モデル

ア 津波断層モデルの設定対象ケース

「南海トラフの巨大地震モデル検討会³⁾」で検討された 11 の計算ケースのについて次表に示す。

■ 南海トラフの巨大地震モデル検討会の検討ケース

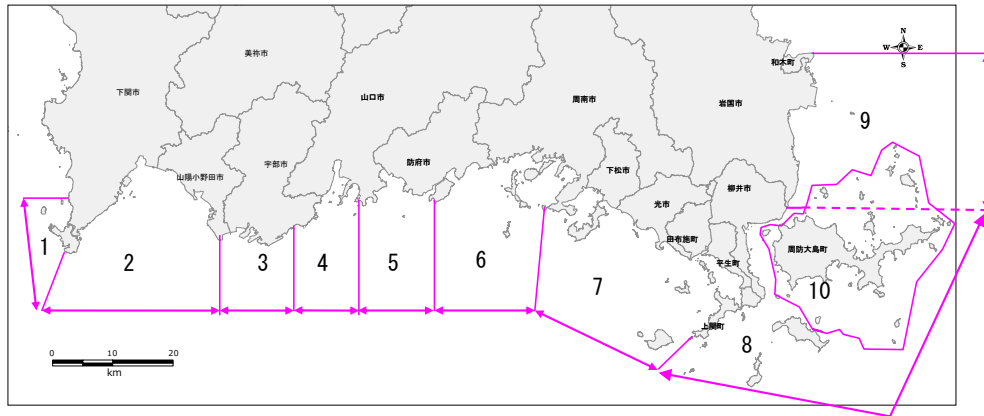
ケース区分	ケース番号	大すべり域+超大すべり域、(分岐断層)
基本的な検討ケース	ケース①	駿河湾～紀伊半島沖
	ケース②	紀伊半島沖
	ケース③	紀伊半島沖～四国沖
	ケース④	四国沖
	ケース⑤	四国沖～九州沖
その他派生的な検討ケース	ケース⑥	駿河湾～紀伊半島沖、(駿河湾～紀伊半島沖)
	ケース⑦	紀伊半島沖、(紀伊半島沖)
大すべり域、超大すべり域が2箇所のパターン	ケース⑧	駿河湾～愛知県東部沖、三重県南部沖～徳島県沖
	ケース⑨	愛知県沖～三重県沖、室戸岬沖
	ケース⑩	三重県南部沖～徳島県沖、足摺岬沖
	ケース⑪	室戸岬沖、日向灘

イ 地域海岸ごとに最大となる津波断層モデルの設定

内閣府のモデル検討会における南海トラフ巨大地震モデル(全 11 ケース)について、本県に影響があるケースを抽出する。ケースの抽出については、瀬戸内海沿岸において海岸の地形やケースごとの津波高さ等から海岸を数区分(地域海岸)に分け、各地域海岸で最大となる津波高が発生するケースを全て選定した。

³⁾ 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, 津波断層モデルと津波高・浸水域等について, 平成 24 年 8 月 29 日

■ ケース抽出の地域海岸区分図



地域海岸ごとに最大津波高を整理すると次表となり、山口県の瀬戸内海側の地域全体では、モデル検討会のケース1, 2, 5, 10, 11の5ケースを最大となる津波の検討対象として選定した。

■ 地域海岸ごとの検討ケース

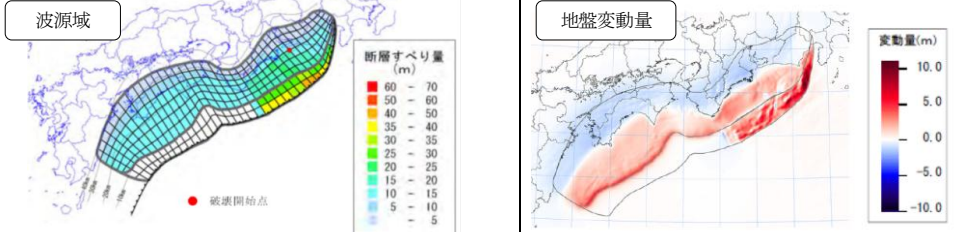
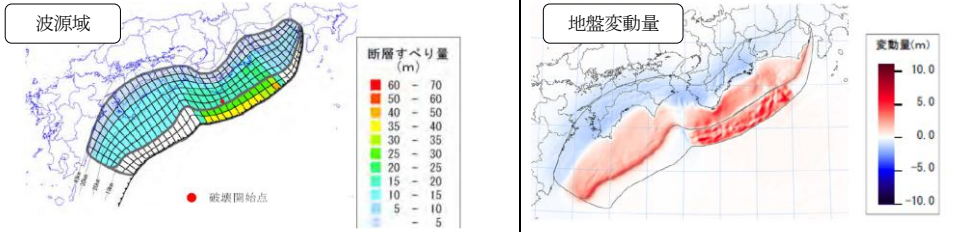
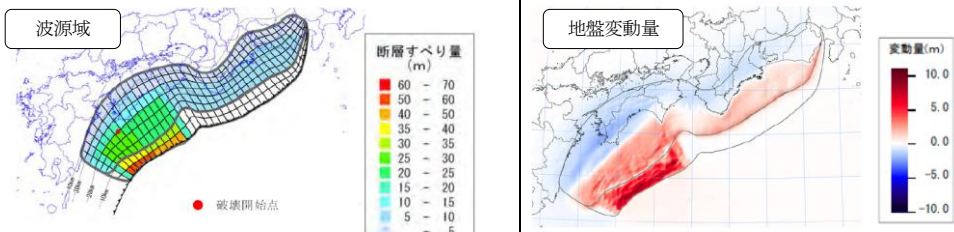
地域海岸	対象ケース
1	2 5 10
2	1 2 5 10 11
3	1 11
4	1 10
5	10 11
6	5 11
7	5 11
8	5 11
9	1 2
10	1 5 11
地域全体	1 2 5 10 11

② 対象とする津波断層モデルの設定

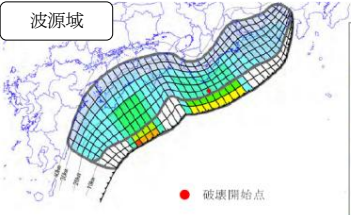
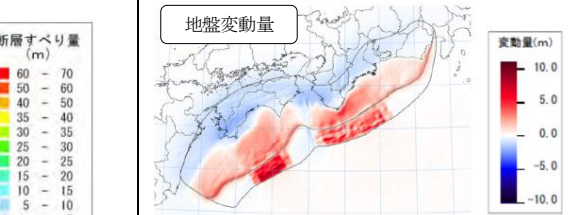
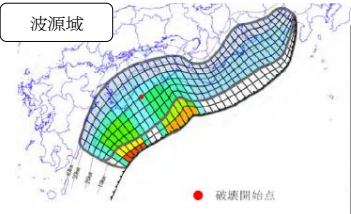
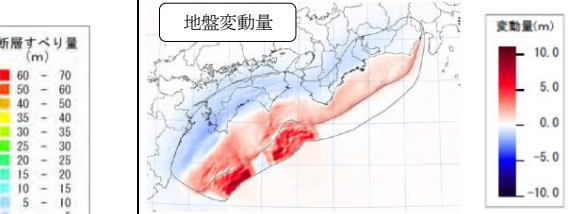

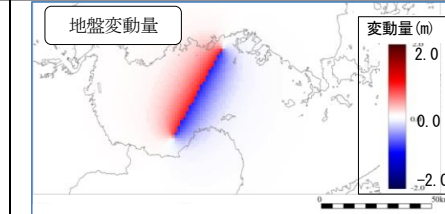
これまでより、瀬戸内海沿岸に最大クラスの津波をもたらすと想定される津波断層モデルを、次に示す6つの津波として、次表で設定内容を示す。

- ① 南海トラフ巨大地震 ケース 1
- ② 南海トラフ巨大地震 ケース 2
- ③ 南海トラフ巨大地震 ケース 5
- ④ 南海トラフ巨大地震 ケース 10
- ⑤ 南海トラフ巨大地震 ケース 11
- ⑥ 山口県独自モデル 周防灘断層群主部

■ 瀬戸内海沿岸に最大クラスの津波をもたらすと想定される津波断層モデル(1)

対象津波 ①	南海トラフ巨大地震による津波ケース1 モーメントマグチュード 9.1	使用モデル：ケース① 「駿河湾～紀伊半島沖」に「大すべり域+超大すべり域」を設定 
対象津波 ②	南海トラフ巨大地震による津波ケース2 モーメントマグチュード 9.1	使用モデル：ケース② 「紀伊半島沖」に「大すべり域+超大すべり域」を設定 
対象津波 ③	南海トラフ巨大地震による津波ケース5 モーメントマグチュード 9.1	使用モデル：ケース⑤ 「四国沖～九州沖」に「大すべり域+超大すべり域」を設定 

■ 瀬戸内海沿岸に最大クラスの津波をもたらすと想定される津波断層モデル(2)

対象津波 ④	南海トラフ巨大地震による津波ケース10	モーメントマグチュード 9.1	<p>使用モデル：ケース⑩「三重県南部沖～徳島県沖」と「足摺岬沖」に「大すべり域+超大すべり域」を2箇所設定</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>波源域</p>  <p>断層すべり量 (m)</p> <ul style="list-style-type: none"> 60 - 70 50 - 60 40 - 50 35 - 40 30 - 35 25 - 30 20 - 25 15 - 20 10 - 15 5 - 10 <p>● 破壊開始点</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>地盤変動量</p>  <p>変動量(m)</p> <ul style="list-style-type: none"> 10.0 5.0 0.0 -5.0 -10.0 </div> </div>
対象津波 ⑤	南海トラフ巨大地震による津波ケース11	モーメントマグチュード 9.1	<p>使用モデル：ケース⑪「室戸岬沖」と「日向灘」に「大すべり域+超大すべり域」を2箇所設定</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>波源域</p>  <p>断層すべり量 (m)</p> <ul style="list-style-type: none"> 60 - 70 50 - 60 40 - 50 35 - 40 30 - 35 25 - 30 20 - 25 15 - 20 10 - 15 5 - 10 <p>● 破壊開始点</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>地盤変動量</p>  <p>変動量(m)</p> <ul style="list-style-type: none"> 10.0 5.0 0.0 -5.0 -10.0 </div> </div>
対象津波 ⑥	山口県独自モデルによる想定地震津波	モーメントマグチュード 7.2	<p>地震調査研究推進本部から平成20年11月に公表された「宇部沖断層群（周防灘断層群）の評価」による</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>波源域</p>  <p>周防灘断層群主部</p> <p>すべり量 3.7m</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>地盤変動量</p>  <p>変動量(m)</p> <ul style="list-style-type: none"> 2.0 0.0 -2.0 </div> </div>

オ 地域海岸の設定

地域海岸は、海岸保全基本計画を作成すべき一体の海岸の区分を湾の形状や山付け等の「自然条件」及び文献や被災履歴等の過去に発生した「津波の実績高さ」・「シミュレーションの津波高さ」から、一連の海岸線に分割したものである。

本県における瀬戸内海沿岸の地域海岸の設定については、湾形状及び山付け等の自然条件、津波浸水想定の対象断層（南海トラフ巨大地震、周防灘断層群主部）による津波高分布をもとに、前回調査の設定を踏襲し、以下のとおり10地域を設定した。

- 金ノ弦岬（下関市）で日本海と瀬戸内海を区分し、日本海側と地域海岸1の境界を設定。
- 海域が狭く潮流が速い関門海峡内として金ノ弦岬（下関市）～下関市阿弥陀寺町を地域海岸1として区分
- 大規模な湾形状である下関市阿弥陀寺町～本山岬（山陽小野田市）を地域海岸2として区分。
- 津波高が周囲と比較して周防灘断層主部が南海トラフ巨大地震より高くなる本山岬（山陽小野田市）～白土地区海岸(宇部市)を地域海岸3として区分。
- 奥まった湾に位置し、地形が入り組むことで津波高に差が生じ、周囲と比較して平均的に南海トラフ巨大地震が周防灘断層主部より高くなる白土地区海岸(宇部市)～防府市西浦を地域海岸4として区分。
- 南海トラフ巨大地震と周防灘断層群主部の津波高の傾向が類似している防府市西浦～竜ヶ崎(防府市)を地域海岸5として区分。
- 大規模な湾形状で、南海トラフ巨大地震の断層ケースにより津波高のばらつきはあるが、津波高自体の変動があまりない竜ヶ崎(防府市)～東風石(周南市)を地域海岸6として区分。
- 南海トラフ巨大地震の断層ケースによる津波高の差が大きく、津波高の変動に特徴のある東風石(周南市)～上関町長島を地域海岸7として区分。
- 津波高が周囲と比較して周防灘断層主部が南海トラフ巨大地震より高くなる上関町長島～上関町と柳井市の市町境を地域海岸8として区分。
- 湾形状である上関町と柳井市の市町境～柳井市と岩国市の市境～大島大橋（周防大島町）～小松港－安下庄高～伊崎（周防大島町）を津波高の変動を考慮して地域海岸9に区分。
- 津波高の変動が小さい伊崎（周防大島町）～森野漁港－久賀漁港～大島大橋（周防大島町）～柳井市と岩国市の市境～広島県との県境を地域海岸10に区分。

地域海岸を図Ⅲ.1-1-6及び表Ⅲ.1-1-2に示す。



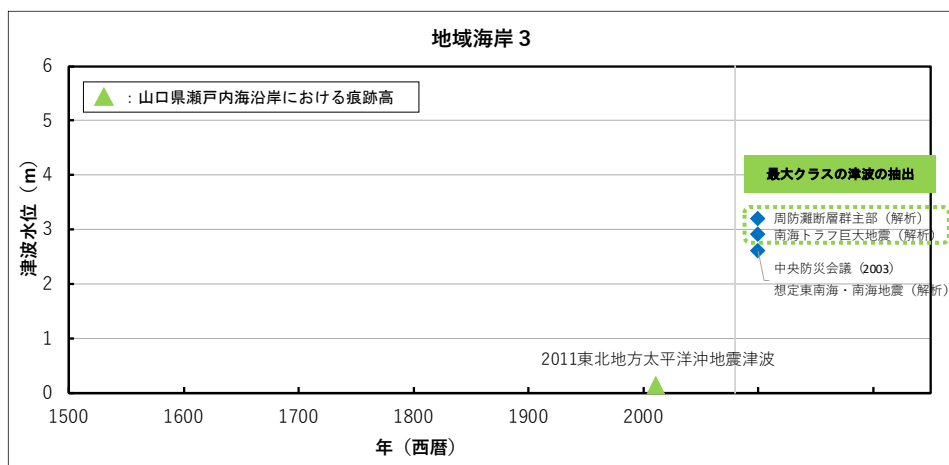
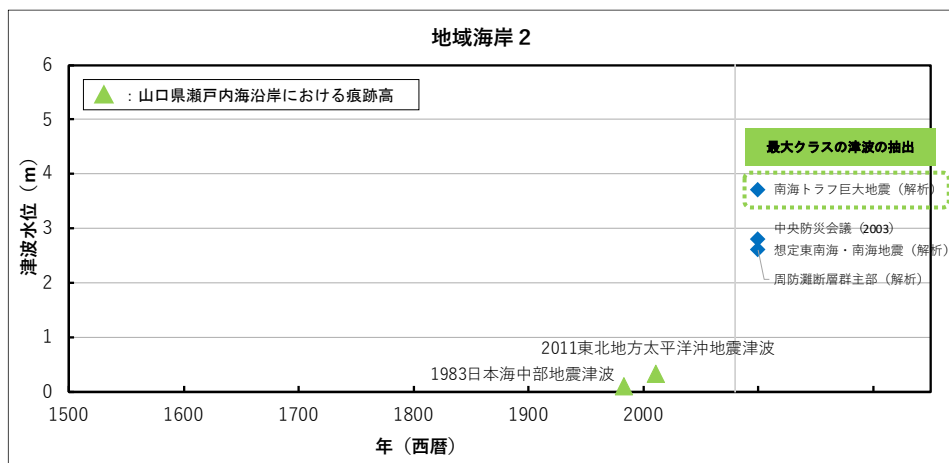
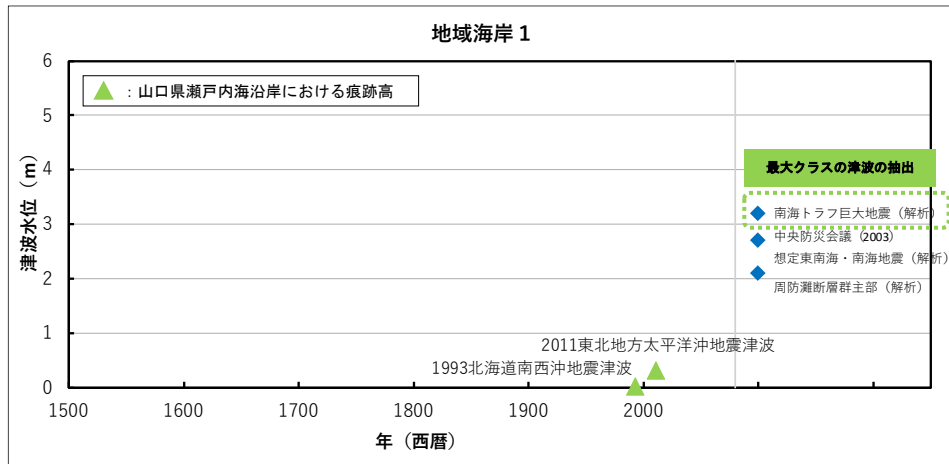
図Ⅲ. 1-1-6 地域海岸（瀬戸内海）区分図

表Ⅲ. 1-1-2 地域海岸（瀬戸内海側）

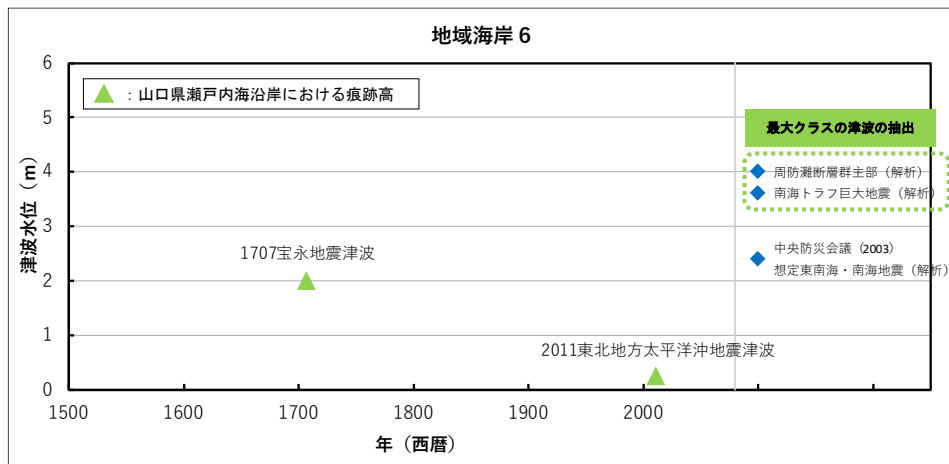
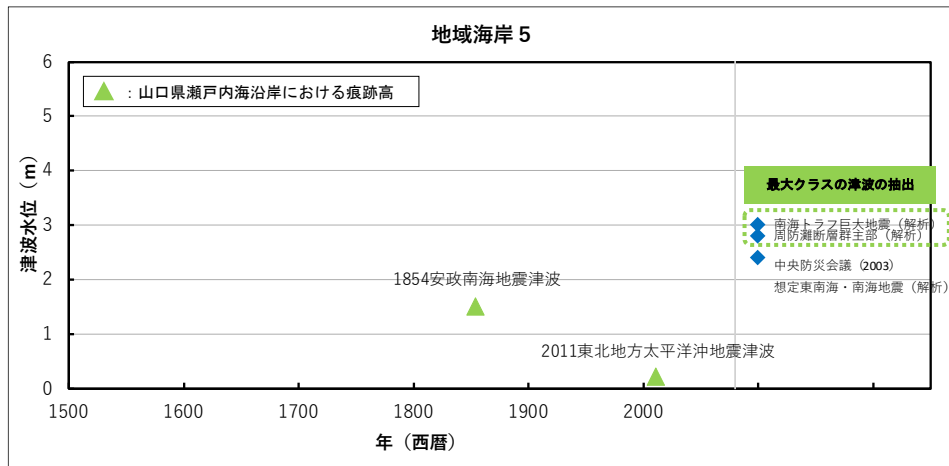
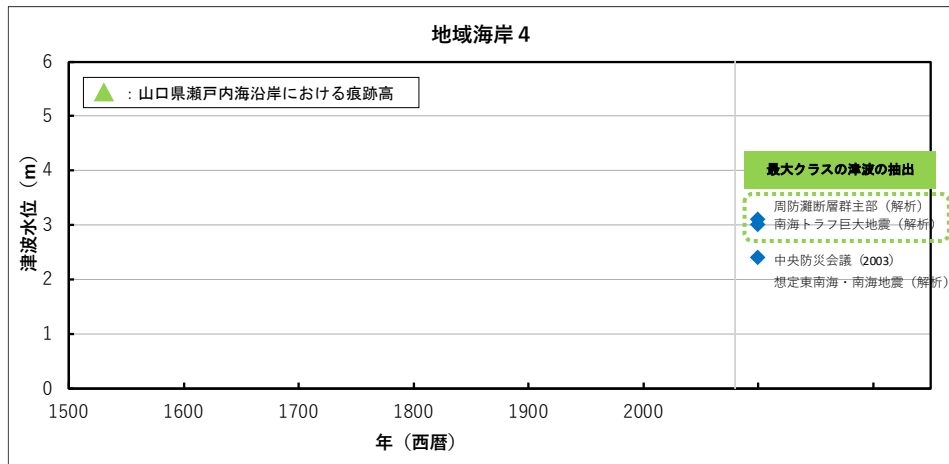
地域海岸	該当エリア
地域海岸 1	・金ノ弦岬～下関市阿弥陀寺町 (下関港を含む範囲)
地域海岸 2	・下関市阿弥陀寺町～本山岬白土地区海岸 (刈屋漁港, 高泊漁港, 梶漁港, 埴生漁港, 王喜漁港, 小野田港, 埴生港, 焼野海岸, 郡津布田海岸, 木屋川沖海岸を含む範囲)
地域海岸 3	・本山岬～白土地区海岸 (永ヶ久保海岸, 高尾海岸, 宇部港, 宇部岬漁港, 床波漁港を含む範囲)
地域海岸 4	・白土地区海岸～防府市西浦 (丸尾漁港, 丸尾港, 秋穂漁港, 山口漁港, 相原漁港, 阿知須漁港, 秋穂港, 山口港, 西浦漁港, 西浦海岸, 二島海岸, 昭和開作海岸, 浦辺海岸を含む範囲)
地域海岸 5	・防府市西浦～竜ヶ崎 (中浦漁港, 三田尻中関港(中関地区), 三田尻中関港(三田尻地区), 向島漁港, を含む範囲)
地域海岸 6	・竜ヶ崎～東風石 (牟礼漁港, 富海漁港, 福川漁港, 戸田漁港, 大津島漁港, 野島漁港, 徳山下松港, 給大島漁港, 馬島地区海岸, 野島海岸を含む範囲)
地域海岸 7	・東風石～上関町長島 (室津漁港, 佐賀漁港, 尾津漁港, 光漁港, 牛島漁港, 徳山漁港, 室津港, 平生港, 徳山下松港(光地区), 曾根地区海岸, 平生地区海岸, 平生町地区海岸, 麻郷地区海岸, 五軒屋海岸, 本浦海岸を含む範囲)
地域海岸 8	・上関町長島～上関町と柳井市の市町境 (上関漁港, 祝島漁港, 四代漁港, 白浜漁港, 白井田地区海岸を含む範囲)
地域海岸 9	・上関町と柳井市の市町境～柳井市と岩国市の市境 (池の浦漁港, 相の浦漁港, 阿月漁港, 伊保庄漁港, 柳井港, 本町漁港, 大島港, 平郡漁港, 小松港, 安下庄漁港を含む範囲)
地域海岸 10	・柳井市と岩国市の市境～広島県との県境 (神代漁港, 由宇漁港, 通津漁港, 岩国港, 尾津海岸, 久賀漁港, 白木漁港, 伊保田漁港, 森野漁港を含む範囲)

カ 最大クラスの津波の設定

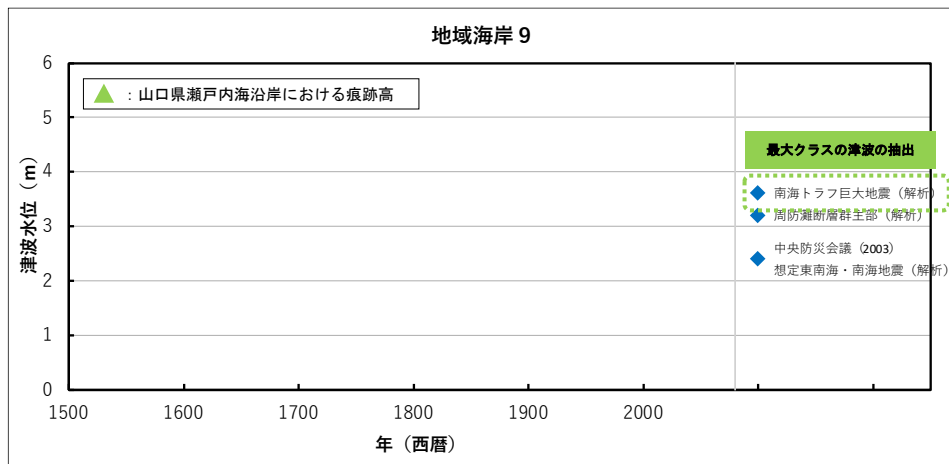
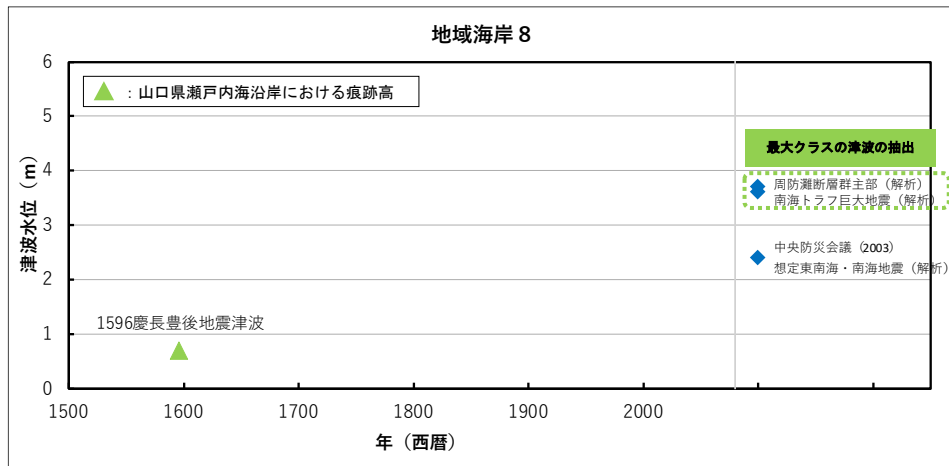
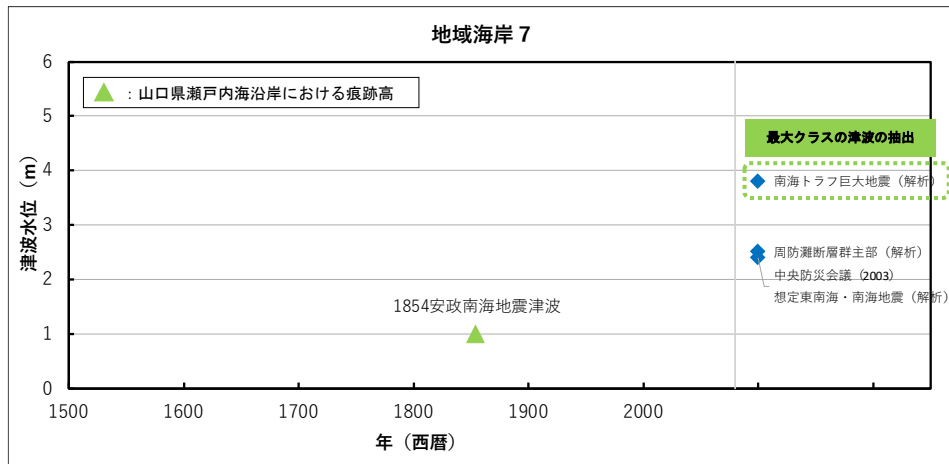
過去に発生した津波の実績津波高および発生が想定される津波の津波高を整理して、南海トラフの巨大地震及び周防灘断層群主部の津波浸水想定に係るシミュレーション結果により最大クラスとなる津波を設定した。各地域海岸のグラフを～に示す。



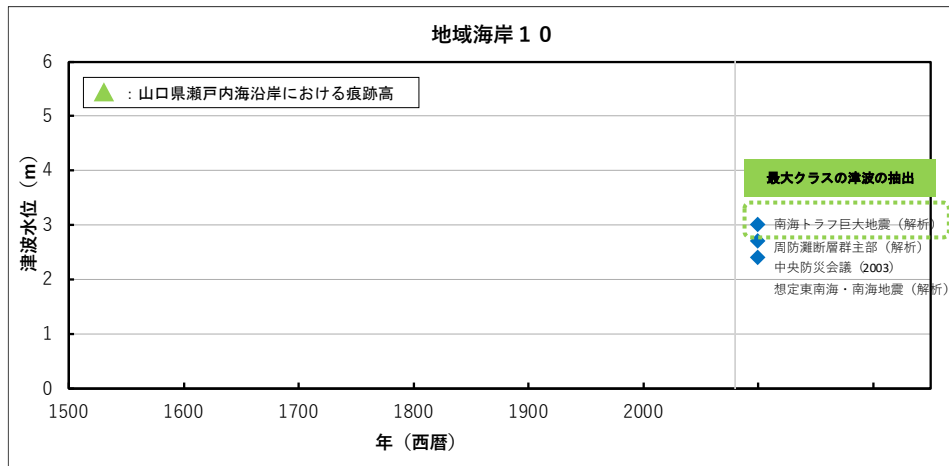
図Ⅲ. 1-1-7 最大クラスの津波を設定するためのグラフ(1)



図Ⅲ.1-1-8 最大クラスの津波を設定するためのグラフ(2)



図Ⅲ.1-1-9 最大クラスの津波を設定するためのグラフ(3)

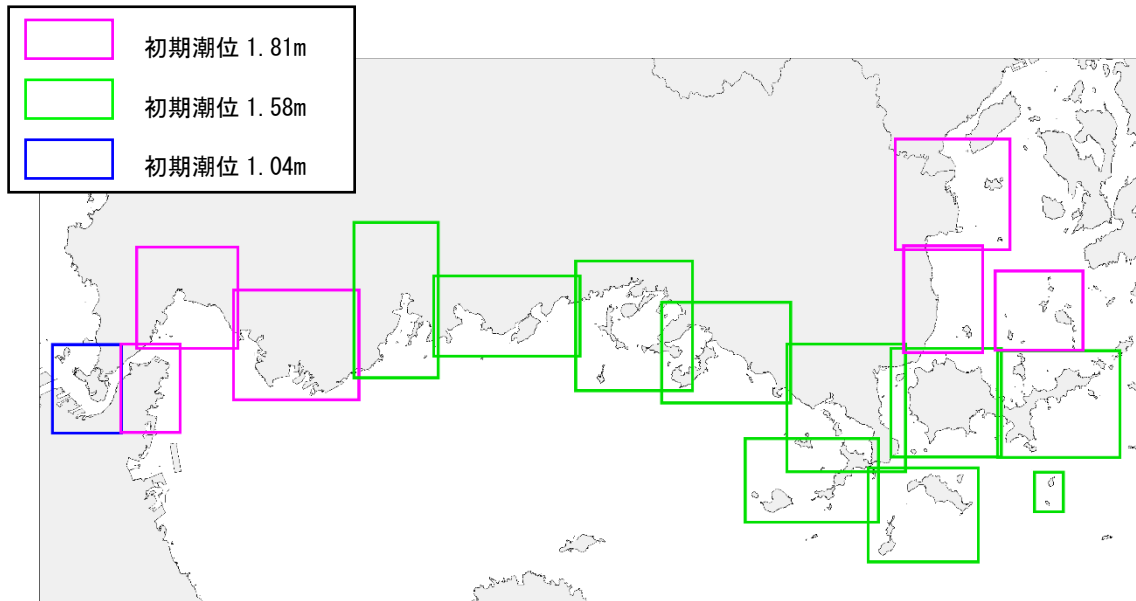


図Ⅲ. 1-1-10 最大クラスの津波を設定するためのグラフ(4)

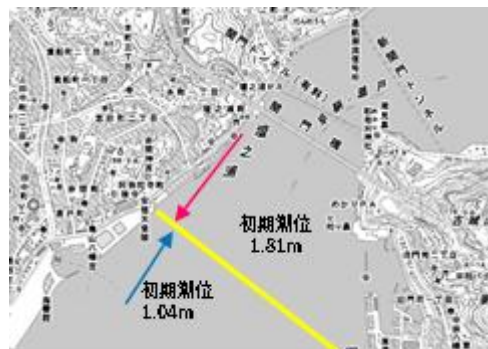
③ 初期潮位

本調査では、朔望平均満潮位及び平均潮位を設定し、計算を実施した。

朔望平均満潮位は、「海岸保全基本計画の変更に係る技術検討会」⁵での朔望平均満潮位の検討結果を踏まえ、前回調査と同値の図Ⅲ.1-1-11に示す潮位とした。初期潮位1.04mの境界（関門海峡内における瀬戸内海側と日本海側との境）については、前回調査と同様に、図Ⅲ.1-1-12に示すとおりとした。



図Ⅲ.1-1-11 朔望平均満潮位エリア区分



(出典：国土地理院数値地図2500)

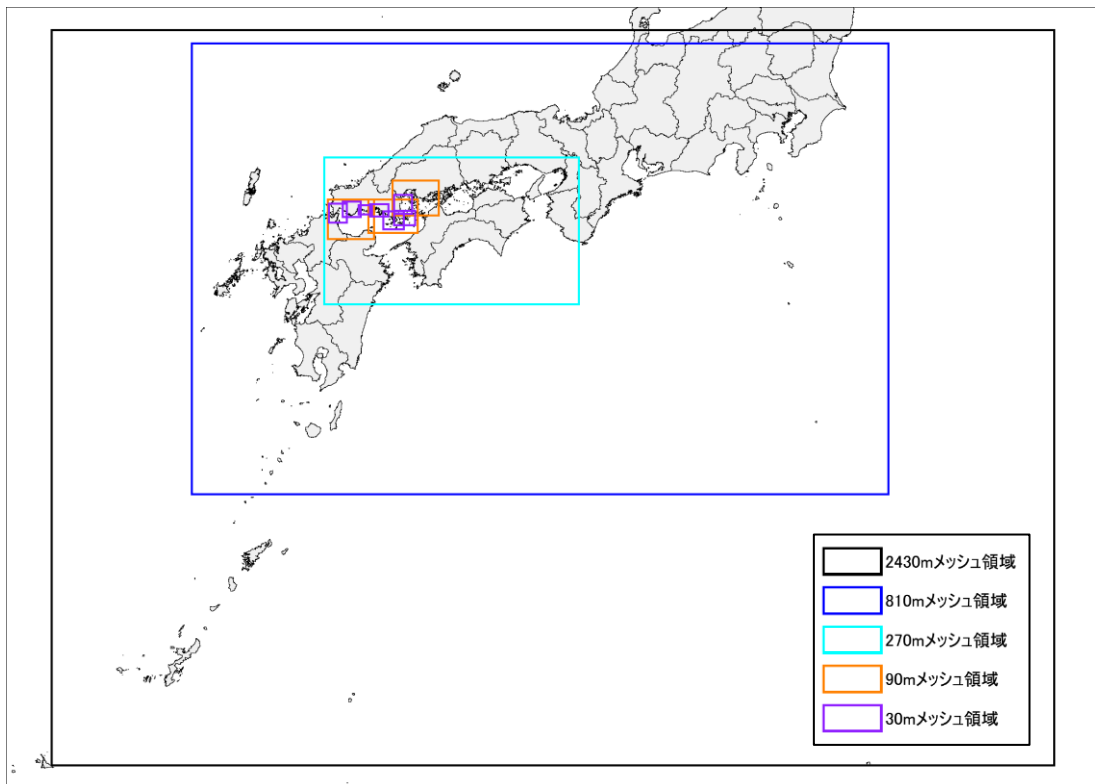
図Ⅲ.1-1-12 朔望平均満潮位エリア区分

④ 計算領域と計算格子間隔

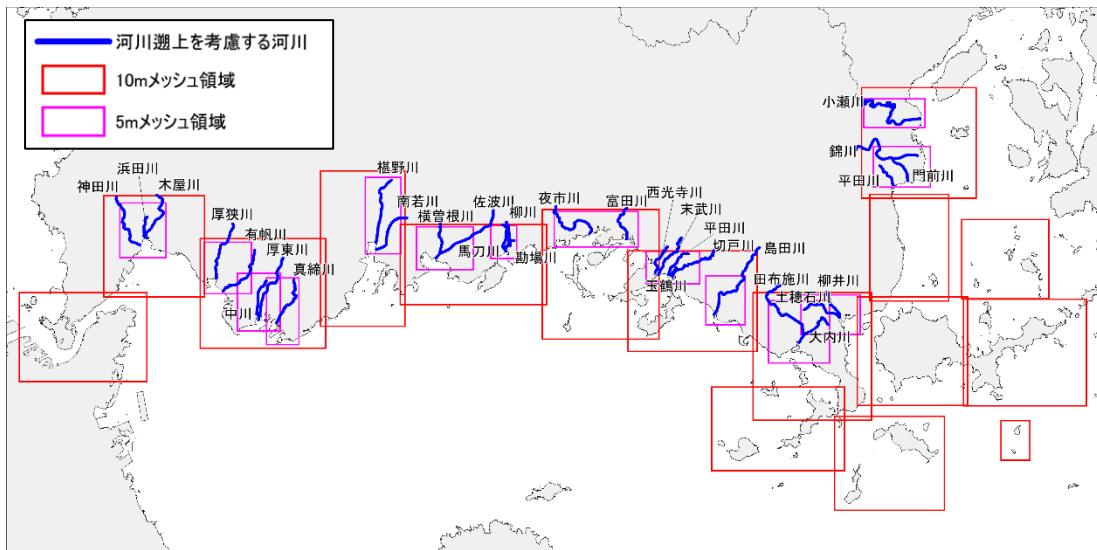
計算格子間隔は表Ⅲ. 1-1-3、図Ⅲ. 1-1-13 及び図Ⅲ. 1-1-14 に示すとおり設定した。前回調査では、最小計算格子間隔は 10m としていた。一方、本調査では、津波の河川遡上を考慮する河川が位置する範囲は、最小メッシュサイズを 5m と設定した。津波の河川遡上を考慮する河川の詳細については、「⑦河道内水位」に示す。

表Ⅲ. 1-1-3 計算領域と計算格子間隔

計算領域	計算格子間隔
外洋 ↑	2,430m
	810m
	270m
	90m
	30m
↓ 陸域	10m
	5 m



図Ⅲ. 1-1-13 広域の計算領域 (320m～1280m)



図Ⅲ.1-1-14 沿岸の計算領域(10m～5m)

⑤ 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0.05～0.15秒とした。

$$\Delta t \leq \frac{\Delta x}{\sqrt{2gh_{\max}}}$$

ここで、 Δt は計算時間間隔、 Δx は計算格子間隔、 h_{\max} は最大水深、 g は重力加速度

ただし、実際の計算を行う場合は、数値誤差や現象の非線形性が介在するため、計算時間間隔を上記条件に比べて余裕をもって小さく設定する必要がある。

⑥ 各種施設の条件設定（津波浸水想定：地震後堤防として設定）

津波浸水想定における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て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条件設定を行った。地震・津波に対する各種施設の破壊条件の考え方を表Ⅲ.1-1-4、図Ⅲ.1-1-15及び図Ⅲ.1-1-16に示す。以降、地震後堤防と記す。

- ・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よる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とされている。
- ・本県は、現時点でこれらの耐震性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ことから、「堤防は地震により破壊される」との考え方を採用する。
- ・なお、今回想定される地震では、瀬戸内沿岸地域で震度4以上となるが、震源域によっては本県に地震動がほとんど生じないことも想定されるため、「⑦ 各種施設の条件設定（現況堤防として設定）」に示す地震により堤防が破壊しない条件も設定した。詳細は、⑦に示す。

表Ⅲ.1-1-4 地震・津波に対する各種施設の破壊条件の考え方(1)

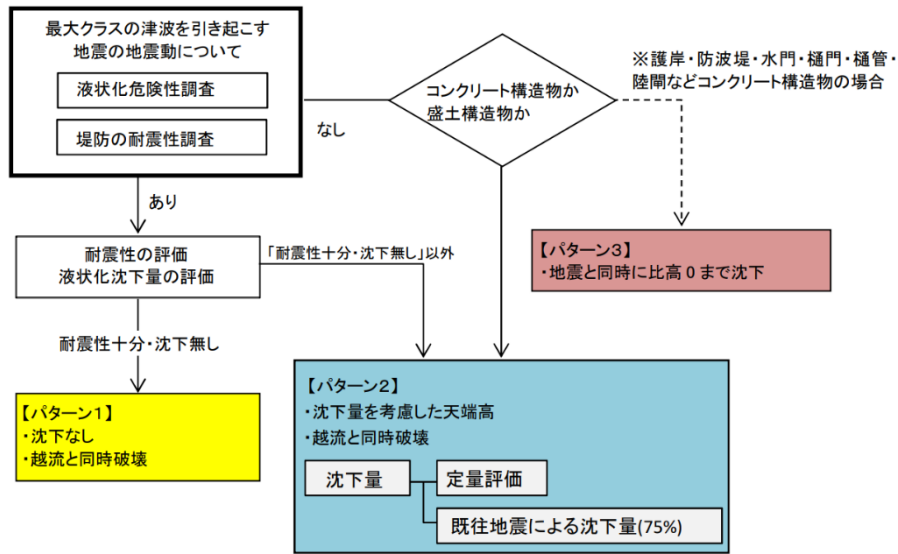
地震・津波による施設の破壊を考慮	
地震による破壊	各種施設は地震発生直後（津波来襲前）に、 <ul style="list-style-type: none"> ➤ パラペット等の全高が消失する。※1 ➤ 土提、水門、樋門の75%が沈下する。※2 ➤ 大規模な水門※3については、100%の機能消失とする。
津波による破壊	越流時点で <ul style="list-style-type: none"> ➤ 堤防、水門、樋門等の100%が消失する。※4

※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提部分の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。

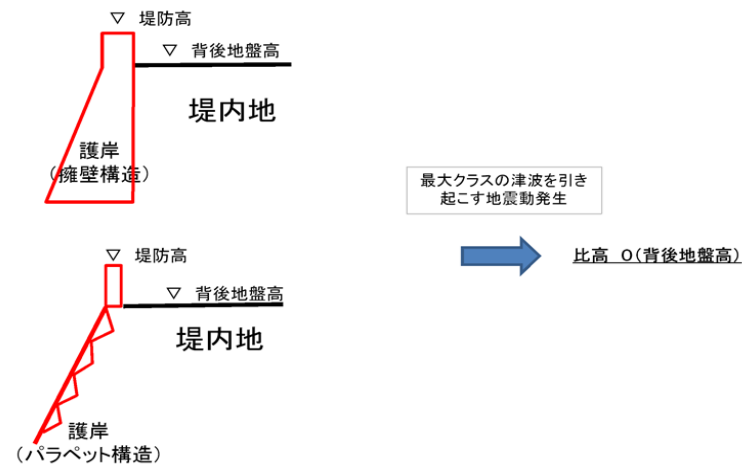
※3 10mメッシュデータで表現できる程度の大規模な水門については、100%の機能消失とする。

※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。



図Ⅲ. 1-1-15 地震及び津波に対する各種施設の条件設定の考え方(2)¹

①護岸構造(パラペット構造含む)の場合



②堤防(盛土)構造の場合



図Ⅲ. 1-1-16 地震及び津波に対する各種施設の条件設定の考え方(3)

【水門・陸閘等の開閉について】

水門・陸閘等については、最大クラスの地震に対する耐震性が十分に照査されていないことから、耐震性を有しないものと想定し、開放状態として取り扱うものとした。

⑦ 各種施設の条件設定（現況堤防として設定）

津波浸水想定では、悪条件下において津波が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条件設定を行うこととなっている。本調査では、地震によって堤防が破壊されないことを前提とした計算も実施した。地震・津波に対する各種施設の破壊条件の考え方を表Ⅲ.1-1-5 に示す。以降、現況堤防と記す。なお、内閣府の「南海トラフの巨大地震モデル検討会」は、現況堤防を想定した検討であり、同様の設定である。

表Ⅲ.1-1-5 地震・津波に対する各種施設の破壊条件の考え方（現況堤防）

	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後に破壊しない。
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。※1

※1 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。

⑧ 河道内水位

ア 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した。

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 15m 以上の 125 河川のうち、影響度の大きい河川 31 河川を選定し、「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。河川を選定するにあたり考慮した項目は以下のとおりである。

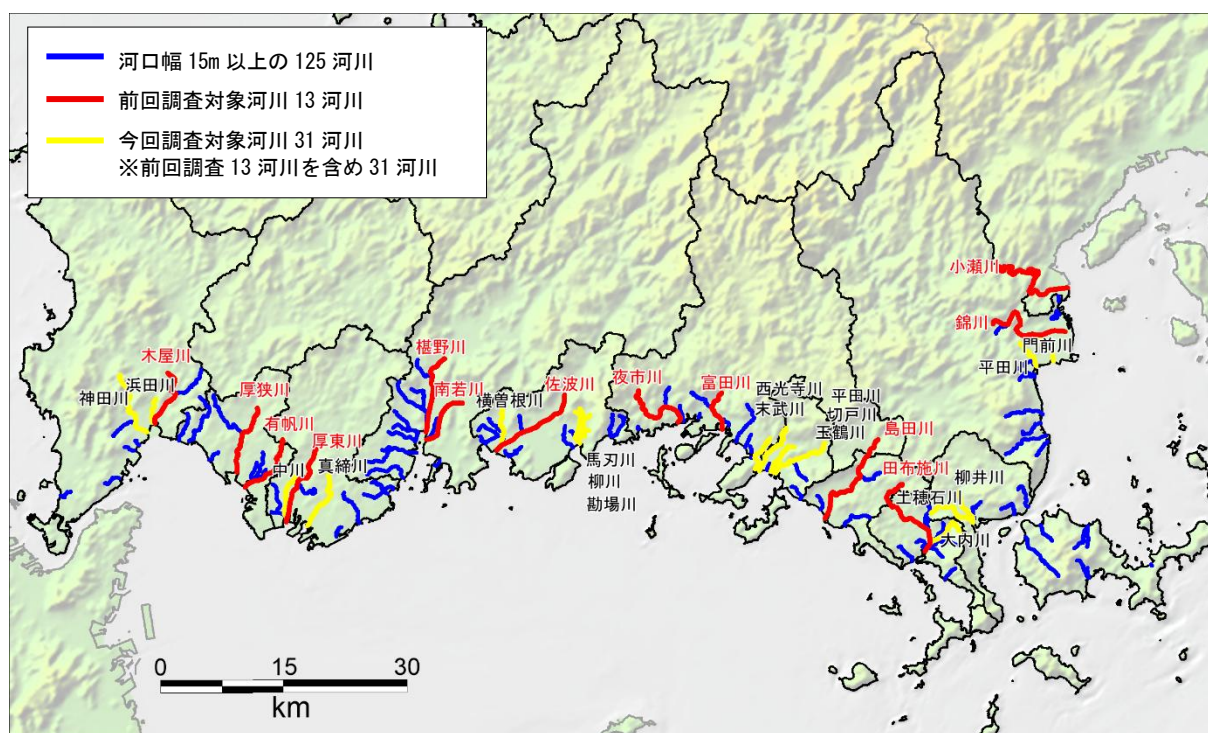
- i) 国（内閣府）がモデル化の対象とした河川
- ii) 前回浸水想定にて河床標高のモデル化を行った河川
- iii) 前回浸水想定にて周辺での浸水が認められた河川
- iv) 前回浸水想定にて上流端流量が大きいとされた河川
- v) 河川整備基本方針が策定されている河川
- vi) 河川整備計画が策定されている河川
- vii) 人口集中地区（DID 地区）を流下する河川
- viii) 流路延長距離が大きい河川
- ix) 流域面積が大きい河川
- x) 河口幅が大きい河川
- xi) 洪水浸水想定を実施している河川

選定した 31 河川を表Ⅲ. 1-1-6 及び図Ⅲ. 1-1-17 に示す。

表Ⅲ. 1-1-6 河川遡上を考慮する河川（瀬戸内側）

NO	等級	水系	河川	NO	等級	水系	河川
1	1級河川	佐波川水系	佐波川	17	2級河川	富田川水系	富田川
2			横曽根川	18		西光寺川水系	西光寺川
3		小瀬川水系	小瀬川	19		末武川水系	末武川
4	2級河川	神田川水系	神田川	20		平田川水系	平田川
5		浜田川水系	浜田川	21		玉鶴川水系	玉鶴川
6		木屋川水系	木屋川	22		切戸川水系	切戸川
7		厚狭川水系	厚狭川	23		島田川水系	島田川
8		有帆川水系	有帆川	24		田布施川水系	田布施川
9		厚東川水系	厚東川	25		大内川水系	大内川
10			中川	26		土穂石川水系	土穂石川
11		真締川水系	真締川	27		柳井川水系	柳井川
12		榎野川水系	榎野川	28		平田川水系	平田川
13		南若川水系	南若川	29		錦川水系	錦川（今津川）
14	馬刀水系	馬刀川	30	錦川（前門川）			
15	柳川水系	柳川	31	準用河川		勘場川水系	勘場川
16	夜市川水系	夜市川					

※網掛けは前回想定においても検討対象の河川



図Ⅲ. 1-1-17 選定河川位置図

イ 平水流量の算定

河川内の初期水位については、平水流量（185 日/365 日）を基本とし、以下の考え方で設定する。検討対象河川のうち、流域面積がほぼ 0 km² となるような水路は検討対象外とした。

1) 下流域で流量観測を行っている水系の河川（2 河川（1 級河川））

過去 10 年の平水流量の平均値を基に比流量按分で流量を算定する。

2) 1) 以外で水系内にダムがある河川（13 河川程度）

当該ダムの放流量（過去 10 年の平水流量の平均値） + ダムの流入量（過去 10 年の平水流量の平均値）の比流量 × ダム下流の流域面積

3) 1) 以外で水系内にダムがない河川（50 河川程度）

直近のダムの流入量（過去 10 年の平水流量の平均値）の比流量 × 流域面積

ダムが流域に複数ある場合はダム流域面積による加重平均をとり平均ダム流入量を算定した。平水流量の算定結果は表Ⅲ. 1-1-7 に示すとおりである。

表Ⅲ. 1-1-7 各河川の平水流量

NO	河川の等級	水系名	河川名	データ収集状況		流域面積 (km ²)	ダム の有無	ダム名	ダム流域面積 (km ²)	平均平水 流入量 (m ³ /s)	平均平水 放流量 (m ³ /s)	直近ダム	上流端流量	
				河川 流量	ダム 流量									
1	1級河川	佐波川水系	佐波川	●	○	460	有	佐波川ダム	88.4	1.77	2.36		7.73	
2			横曽根川	×	-	14.74						佐波川ダム	0.29	
3		小瀬川水系	小瀬川	●	○	340	有	小瀬川ダム 向道ダム 生見川ダム 菅野ダム	135 152.2 72.4 225.2	2.03 4.26 1.38 2.54	2.15 4.62 1.87 4.42		6.16	
4	2級河川	神田川水系	神田川	○	-	26.8							0.59	
5		浜田川水系	浜田川	×	-	7.4						木屋川ダム	0.13	
6		木屋川水系	木屋川	○	○	299.6	有	木屋川ダム	84.1	1.46	1.72		13.50	
7		厚狭川水系	厚狭川	○	-	251.8							5.91	
8		有帆川水系	有帆川	△	○	64.4	有	今富ダム	8.6	0.19	0.19		1.10	
-			長田屋川	-	-	13.45								
9		厚東川水系	厚東川	△	○	405.3	有	厚東川ダム	324	5.63	6.01	厚東川ダム	12.43	
-			馬渡川	-	-	1.78								
-			中川	-	-	12.59								
-			中山川	-	-	3.55								
-			梅田川	-	-	17.93								
10			中川	○	-	12.59								0.44
11		真締川水系	真締川	△	○	18.8	有	真締川ダム	2.41	0.05	0.05	真締川ダム	0.38	
12		権野川水系	権野川	△	○	322.4	有	一の坂ダム 荒谷ダム	6.7 8.1	0.13 0.21	0.15 0.21	一の坂ダム 荒谷ダム	6.89	
-			干見折川	-	-	11.33								
-			干見折川支川1	-	-	8.55								
-			四十八瀬川	-	-	19.44								
13		南若川水系	南若川	○	-	42.7							0.80	
14		馬刀水系	馬刀川	○	-	3.3							0.37	
15		柳川水系	柳川	○	-	13							0.33	
16		夜市川水系	夜市川	○	-	53.3							13.23	
17		富田川水系	富田川	○	○	36.1	有	川上ダム	22.2	0.98	1.10		10.92	
18		西光寺川水系	西光寺川	○	-	8.7							0.63	
19		末武川水系	末武川	○	○	50.4	有	末武川ダム	44.1	1.09	1.22		2.82	
20		平田川水系	平田川(新南陽)	○	-	9.7							0.75	
21		玉鶴川水系	玉鶴川	×	-	0.6							末武川ダム	0.01
22		切戸川水系	切戸川	○	-	30.6							2.73	
23		島田川水系	島田川	△	○	269.5	有	中山川ダム	15	0.42	0.47	中山川ダム	7.57	
24		田布施川水系	田布施川	○	-	52.4							2.43	
25		大内川水系	大内川	○	-	6.7							0.42	
26	土穂石川水系	土穂石川	△	-	10.7							黒杭川ダム	0.18	
27	柳井川水系	柳井川	△	○	20.8	有	黒杭川ダム	10	0.17	0.18		0.36		
28	平田川水系	平田川(岩国)	○	-	10.8							0.87		
29	錦川水系	錦川(今津川)	○	○	884.9	有	御庄川ダム	21.3	1.40	1.40		15.07		
30		錦川(門前川)	○	-	3.88									
31	準用河川	勤場川水系	勤場川	×	-	1.4						佐波川ダム	0.03	

※NOは河川等級順に西から付与している。

※「データ収集状況：●」は、水門水質データベースから取得したデータを示す。

(2) 計算条件

① 地形データ

ア 既往データ

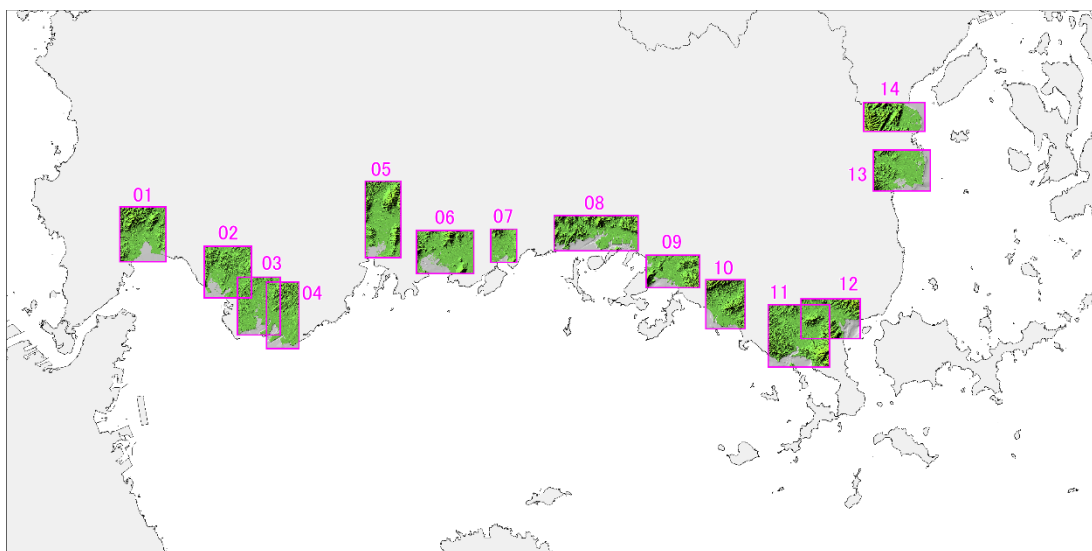
地形データは前回調査で作成された 10m 格子間隔データを基本とし、使用するものとした。5m 格子間隔のデータは、前回調査で作成された 10m 格子間隔データを 5m メッシュに当てはめたデータを基本とした。そのうえで、いずれの格子間隔データについても、新たに収集したデータ・資料を用いて標高の更新を行った。

イ 更新データ

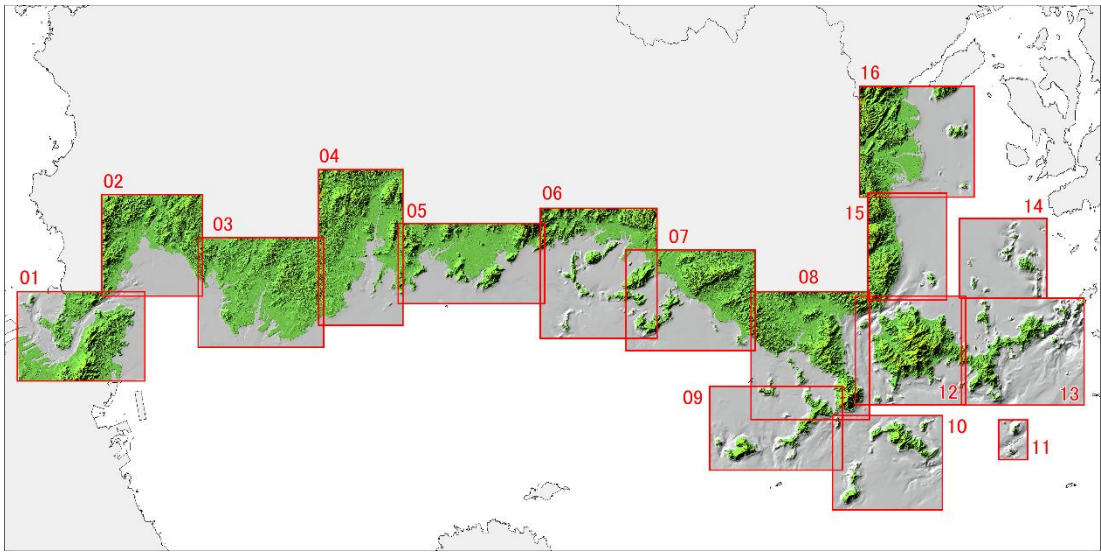
本業務では、前回調査の地形データを元に、河道データ及び陸域の地形データを更新した。河道データについては、前回調査より変更のあった河川を対象にデータを収集し、更新を行った。陸域の地形データは、「基盤地図情報(数値標高モデル) 5m メッシュ」⁶の最新データを既往データと入れ替えた。

ウ 作成データ

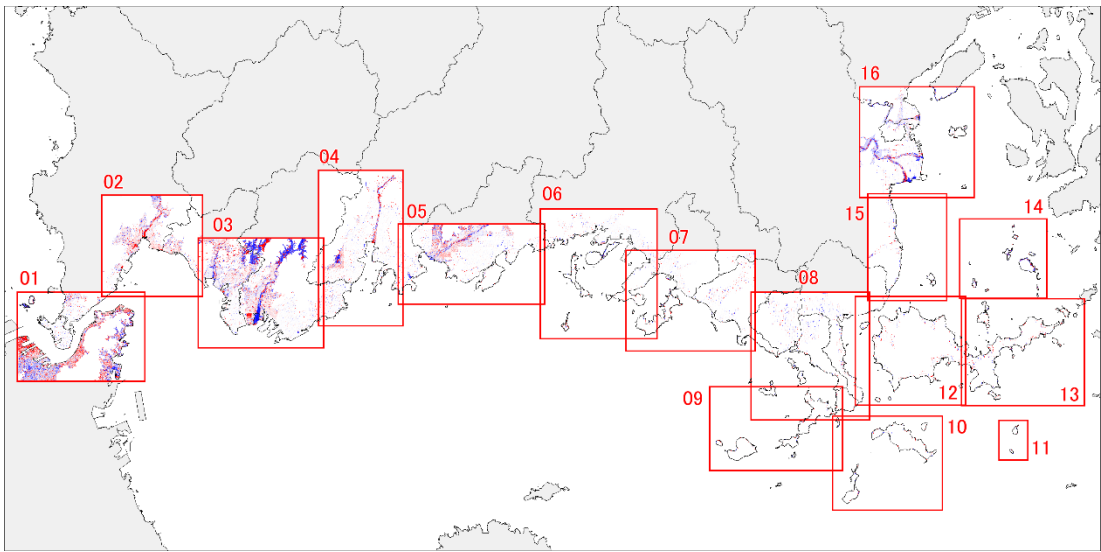
作成した地形データのうち、5m 格子間隔データを図Ⅲ.1-2-1 に、10m 格子間隔データを図Ⅲ.1-2-2 に示す。前回調査との標高差分を図Ⅲ.1-2-3 に示す。下関市周辺及び佐波川周辺を例に、データ内容が更新された事例を図Ⅲ.1-2-4 に示す。



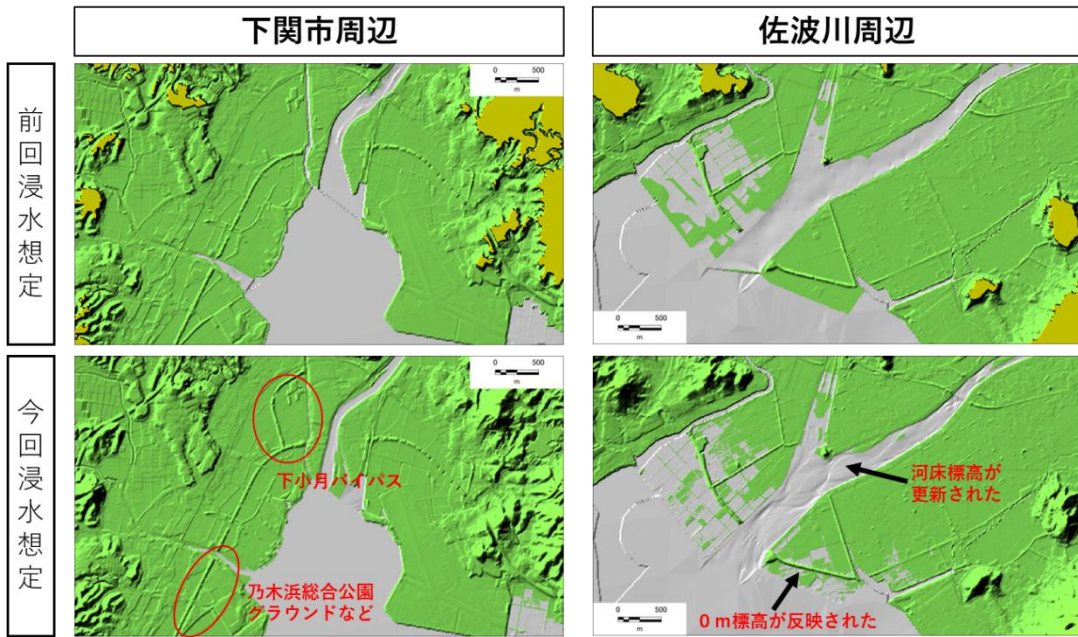
図Ⅲ.1-2-1 地形データ (5m 格子間隔)



図Ⅲ.1-2-2 地形データ (10m 格子間隔)



図Ⅲ.1-2-3 前回調査との標高差分



図Ⅲ. 1-2-4 地形データの更新事例

② 粗度データ

ア 粗度係数の設定

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。

海域は $0.025(\text{m}^{-1/3} \cdot \text{s})$ とし、陸域は遡上した津波が市街地の建築物等によって受ける抵抗など土地利用状況に応じて表Ⅲ.1-2-1 に示す値を設定した。

表Ⅲ.1-2-1 粗度係数の設定例⁷

土地利用	粗度係数 ($\text{m}^{-1/3} \cdot \text{s}$)
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

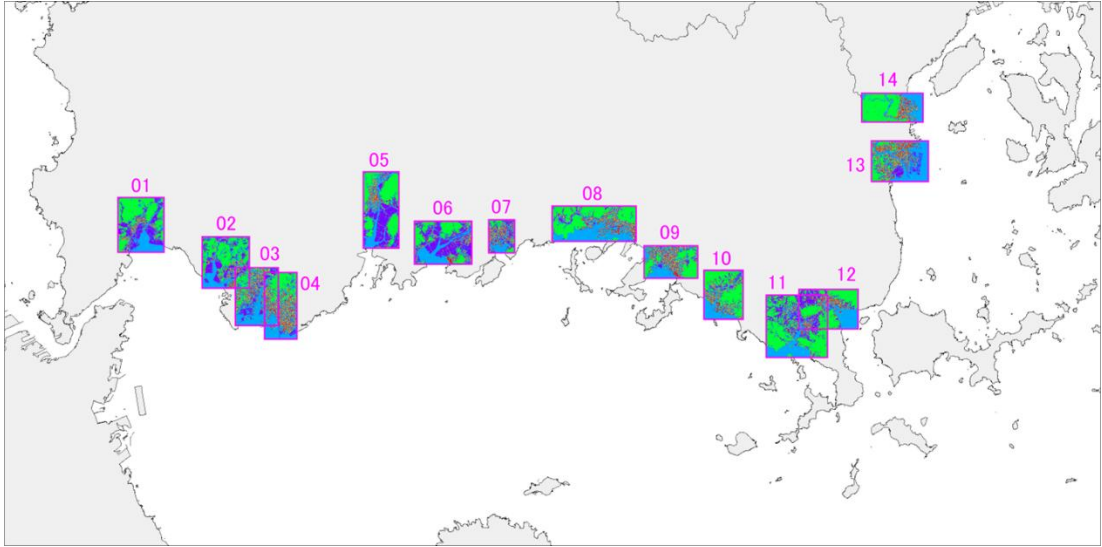
イ 収集データ

アの粗度係数を設定するにあたり以下のデータを収集した。

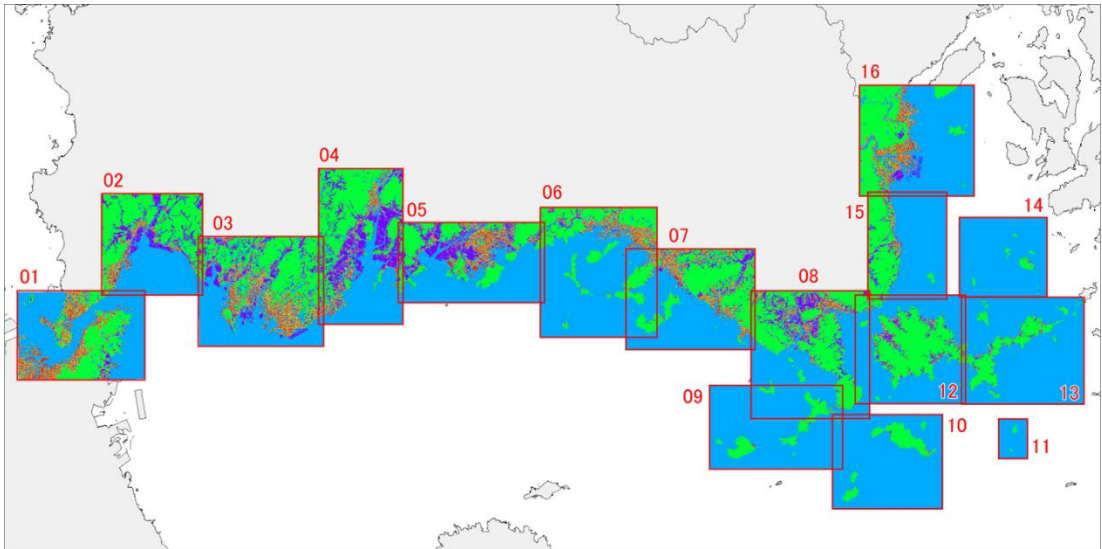
- ・ 基盤地図情報（基本項目）⁸
- ・ 高解像度土地利用土地被覆図⁹

ウ 作成データ

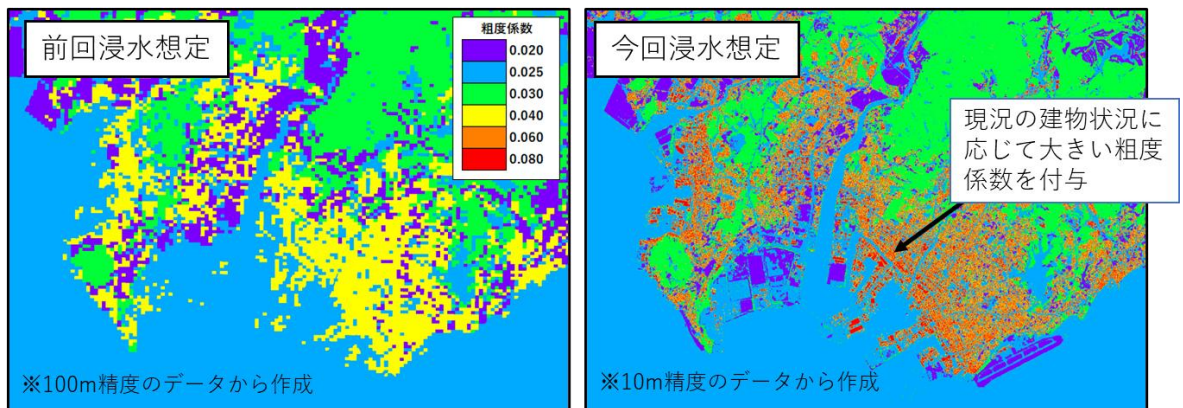
作成した粗度データのうち、5m 格子間隔データを図Ⅲ.1-2-5 に、10m 格子間隔データを図Ⅲ.1-2-6 に示す。山陽小野田市・宇部市周辺を例に、データ内容が更新された事例を図Ⅲ.1-2-7 に示す。



図Ⅲ.1-2-5 粗度データ（5m 格子間隔）



図Ⅲ.1-2-6 粗度データ（10m 格子間隔）



図Ⅲ.1-2-7 前回調査との比較

③ 堤防データ

ア 既往データ

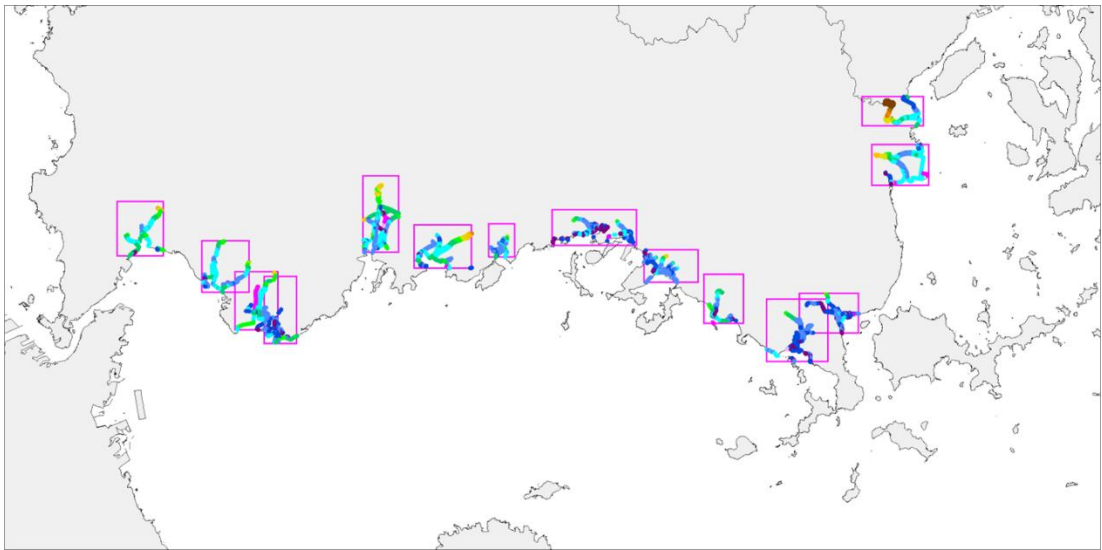
堤防データは前回調査で作成された 10m 格子間隔データを基本とし、使用するものとした。5m 格子間隔のデータは、5m 格子間隔の位置精度を確保するために堤防の位置を設定し直したうえで、10m 格子間隔のデータの天端高を付与したデータを基本とした。そのうえで、いずれの格子間隔データについても、新たに収集したデータ・資料を用いて天端高の更新を行った。

イ 更新データ

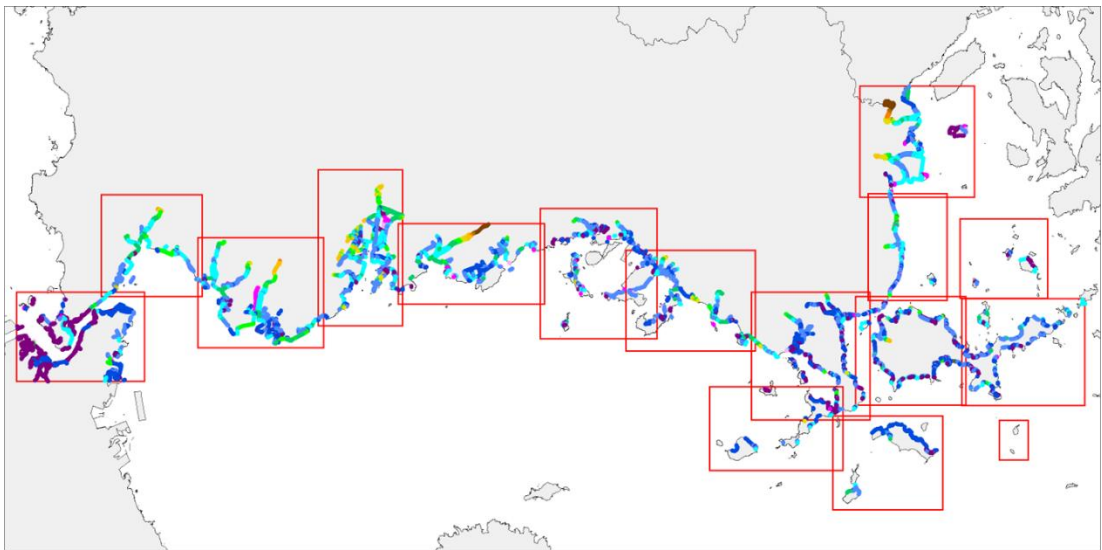
本業務では前回調査の堤防データから、変更のあった箇所を対象に、各管理者からデータを収集し、更新を行った。

ウ 作成データ

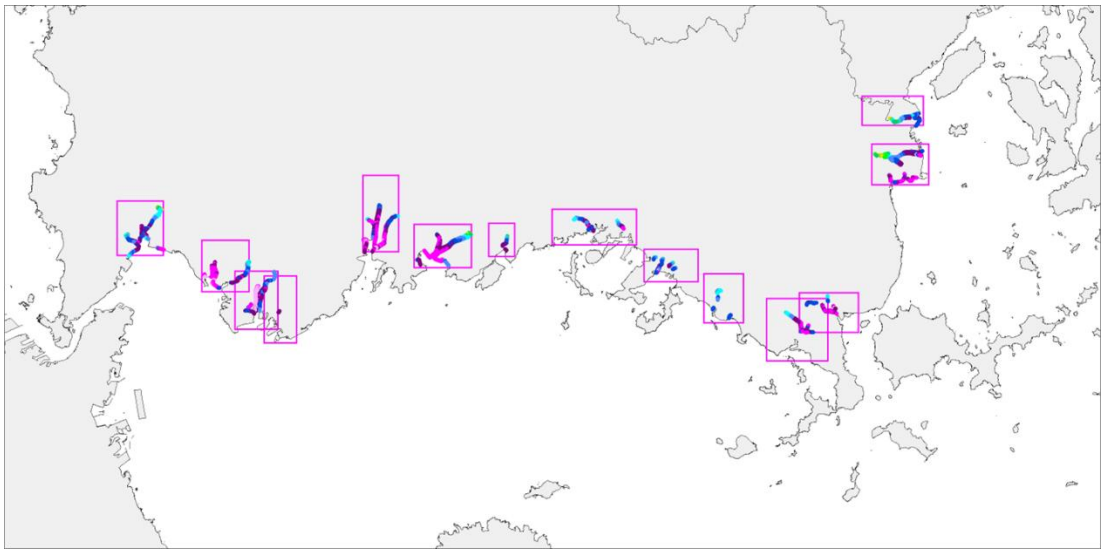
作成した堤防データのうち、現況堤防の 5m 格子間隔データを図Ⅲ.1-2-8 に、10m 格子間隔データを図Ⅲ.1-2-9 に示す。津波浸水想定で設定する悪条件下を想定した地震後堤防データの 5m 格子間隔データを図Ⅲ.1-2-10 に、10m 格子間隔データを図Ⅲ.1-2-11 に示す。



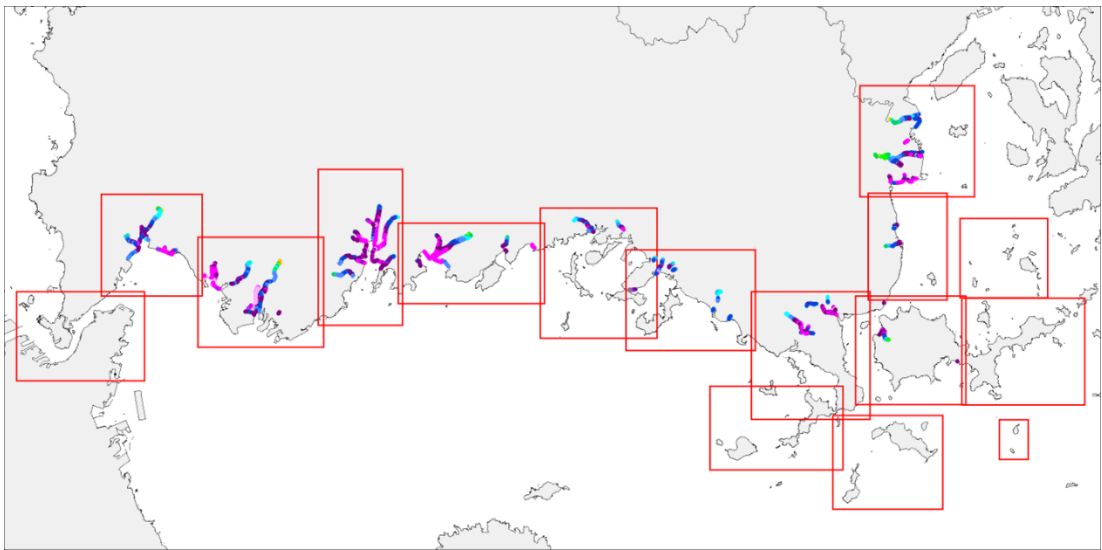
図Ⅲ.1-2-8 堤防データ (5m 格子間隔・現況堤防)



図Ⅲ.1-2-9 堤防データ (10m 格子間隔・現況堤防)



図Ⅲ.1-2-10 堤防データ（5m 格子間隔・地震後堤防）



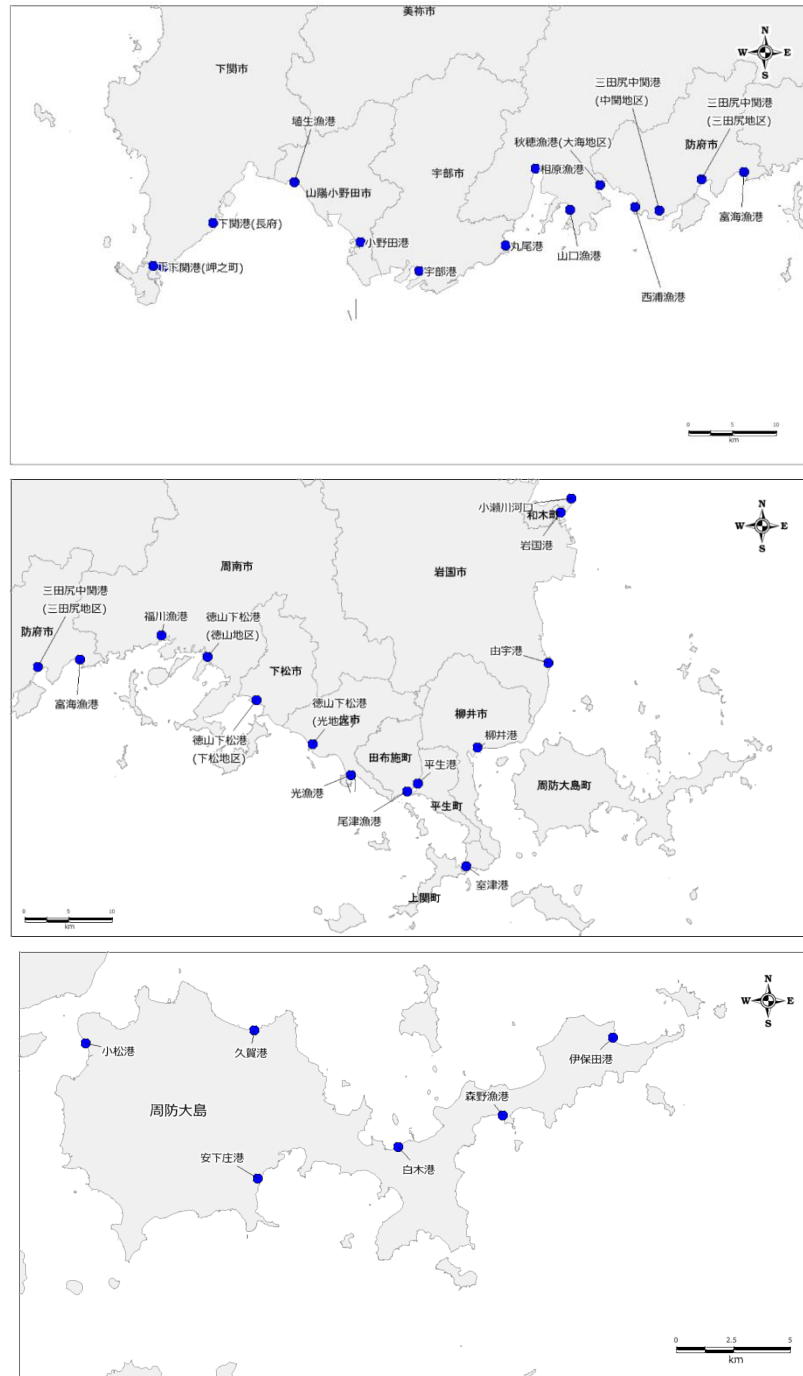
図Ⅲ.1-2-11 堤防データ（10m 格子間隔・地震後堤防）

(3) 計算結果

① 主要地点津波高

主要な港湾・漁港位置図を図Ⅲ.1-3-1に示す。主要港湾地点の津波高を表Ⅲ.1-3-1に示す。

なお、「第Ⅰ編 4. 瀬戸内海の津波浸水想定 (4) 水位変動」では、津波浸水想定解説書と同様の抜粋地点のみの水位変動グラフを示している。本章では、主要な港湾・漁港の海面変動開始時間の算出に関わる全地点の水位変動グラフを示す。



図Ⅲ.1-3-1 主要な港湾・漁港位置図

表Ⅲ.1-3-1 主要な港湾・漁港の最高津波水位・最高津波到達時間、海面変動開始時間
(表 I.4-2-1 再掲)

市町	代表地点名	南海トラフ巨大地震					周防灘断層帯主部					【参考】 内閣府 (R7.3) 最大 津波高 (m)
		最高津波水位 (m)	うち 津波波高 (m)	最高津波 水位到達 時間 (分)	海面変動 +30cm 時間 (分)	海面変動 +1m 時間 (分)	最高津波水位 (m)	うち 津波波高 (m)	最高津波 水位到達 時間 (分)	海面変動 +30cm 時間 (分)	海面変動 +1m 時間 (分)	
下関市	下関漁港	1.5	0.4	642	425	-	1.2	0.1	97	-	-	5
	下関港(岬之町)	2.4	1.3	254	220	240	1.4	0.3	66	-	-	
	下関港(長府)	3.5	1.7	249	210	225	2.3	0.5	60	55	-	
宇部市	宇部港	2.8	1.0	387	204	-	2.6	0.8	36	26	-	4
	丸尾港	2.9	1.3	314	135	155	2.6	1.0	25	15	-	
山口市	相原漁港	2.6	1.0	335	157	-	1.8	0.3	80	-	-	5
	秋穂漁港(秋穂地区)	3.0	1.4	310	135	302	2.7	1.1	24	17	-	
	秋穂漁港(大海地区)	3.0	1.4	312	132	136	2.5	1.0	21	17	-	
防府市	西浦漁港	2.7	1.1	310	128	305	2.0	0.5	13	12	-	4
	三田尻中関港(中関地区)	2.5	1.0	308	122	140	2.1	0.5	8	7	-	
	三田尻中関港(三田尻地区)	2.8	1.2	126	119	123	2.2	0.6	26	24	-	
	富海漁港	3.2	1.6	133	119	130	2.2	0.6	54	20	-	
下松市	徳山下松港(下松市地区)	3.3	1.7	131	117	122	2.1	0.6	51	33	-	4
岩国市	由宇港	2.7	0.9	419	165	-	2.0	0.2	232	-	-	4
	岩国港	3.0	1.2	223	160	210	2.0	0.2	250	-	-	
光市	徳山下松港(光地区)	3.7	2.2	123	103	106	2.5	0.9	75	31	-	5
	光漁港	3.6	2.0	117	98	113	2.4	0.8	56	37	-	
柳井市	柳井港	3.6	2.1	176	54	106	2.1	0.5	151	149	-	5
周南市	福川漁港	3.5	1.9	139	123	127	2.3	0.8	181	32	-	4
	徳山下松港(徳山地区)	3.4	1.8	143	120	132	2.2	0.6	40	35	-	
山陽 小野田市	殖生漁港	3.6	1.8	250	212	222	2.4	0.6	93	55	-	4
	小野田港	3.3	1.5	248	208	226	2.3	0.5	112	46	-	
周防 大島町	久賀港	2.8	1.2	181	160	178	1.7	0.2	121	-	-	4
	白木港	2.8	1.3	197	130	191	1.8	0.2	218	-	-	
	伊保田港	2.6	1.0	197	135	-	1.7	0.2	203	-	-	
	安下庄港	3.1	1.6	170	47	125	2.0	0.4	128	128	-	
	小松港	3.6	2.0	174	56	108	1.9	0.3	148	-	-	
和木町	小瀬川河口	3.0	1.2	220	161	207	2.0	0.1	251	-	-	3
上関町	室津港	3.6	2.0	128	103	113	2.1	0.5	52	50	-	4
田布施町	尾津漁港	3.3	1.8	123	103	115	2.2	0.6	65	60	-	4
平生町	平生港	3.0	1.4	127	107	119	2.1	0.6	66	63	-	4

※「最高津波水位」は、海岸線から沖合約30mの地点における津波水位の最大値(地盤変動量を考慮した値)を示し、小数点以下第2位を切上げ。

※「津波波高」は、津波水位から朔望平均満潮位を引いたもので、地震による水位変化の値。

※「海面変動+30cm時間」は、代表地点で地震発生直後海面に+30cm(被害想定において海辺にいる人の中に死者が発生する恐れのある水位の変化)の変動が生じるまでの時間で、「海面変動+1m時間」は、代表地点で地震発生直後海面に+1m(被害想定において海辺にいる人の100%が死亡する恐れのある水位の変化)の変動が生じるまでの時間である。

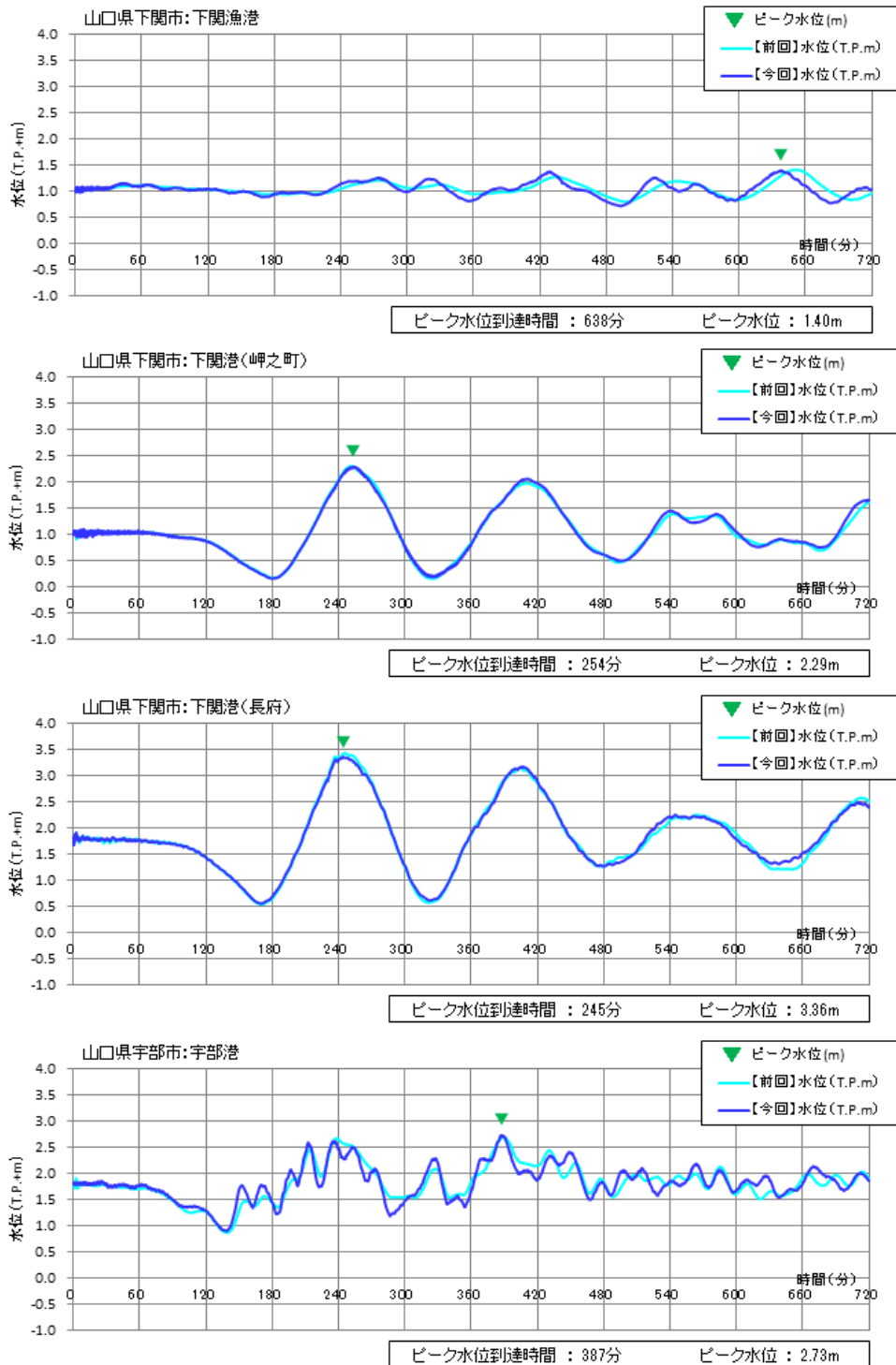
なお、「-」は、設定の水位変化が生じる津波が到達していないことを示す。

※「最高津波水位」、「海面変動+30cm時間」及び「海面変動+1m時間」は、津波断層モデルが異なることがある。

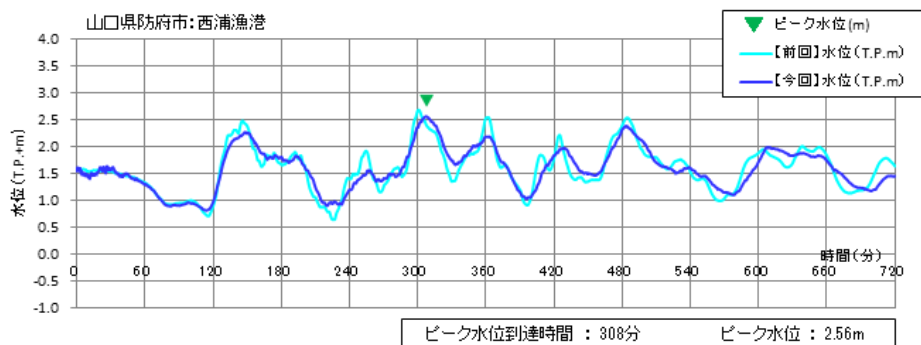
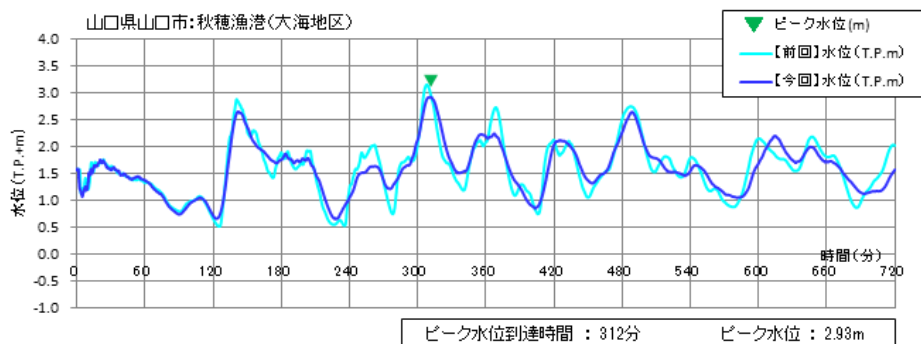
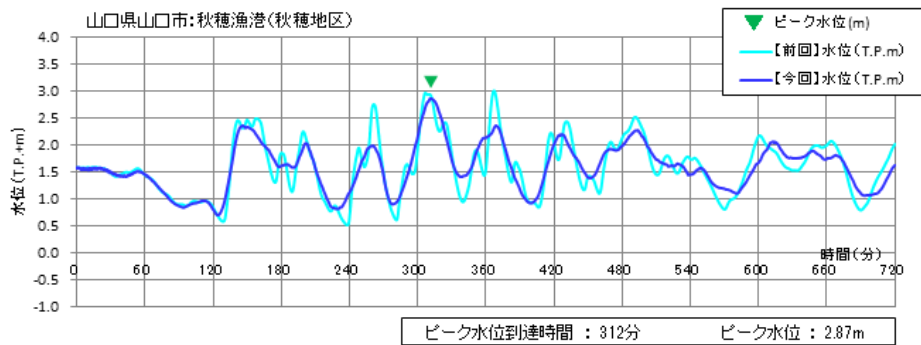
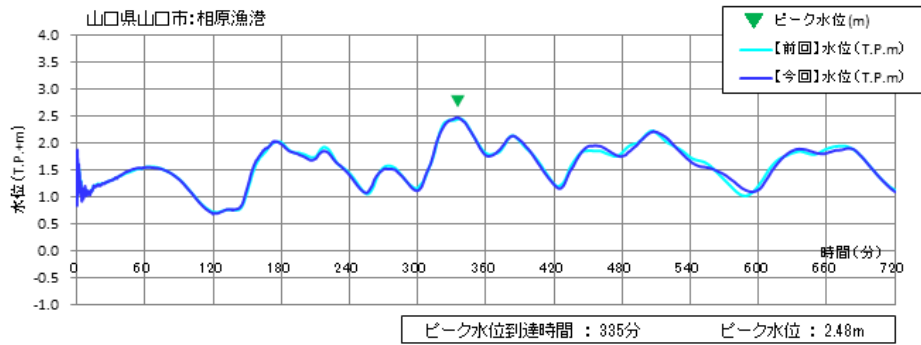
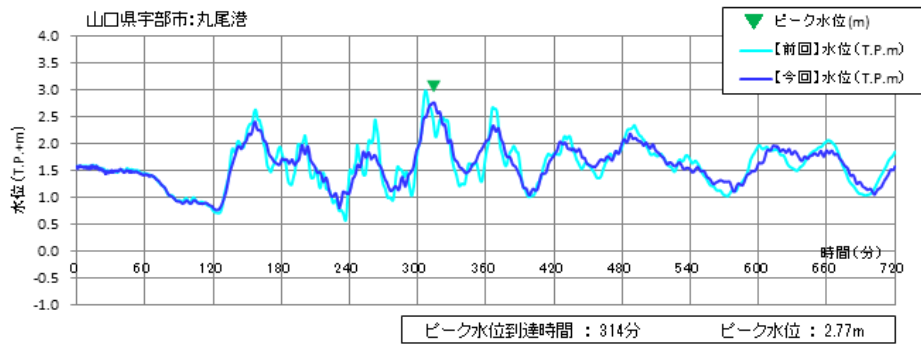
② 主要地点の時系列変動

ア 南海トラフ巨大地震

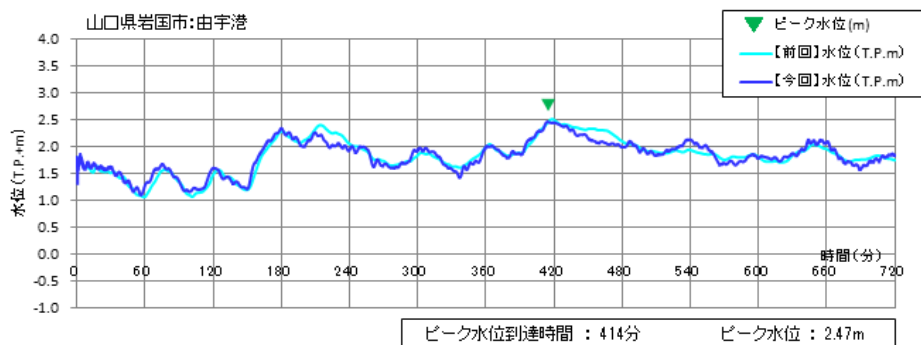
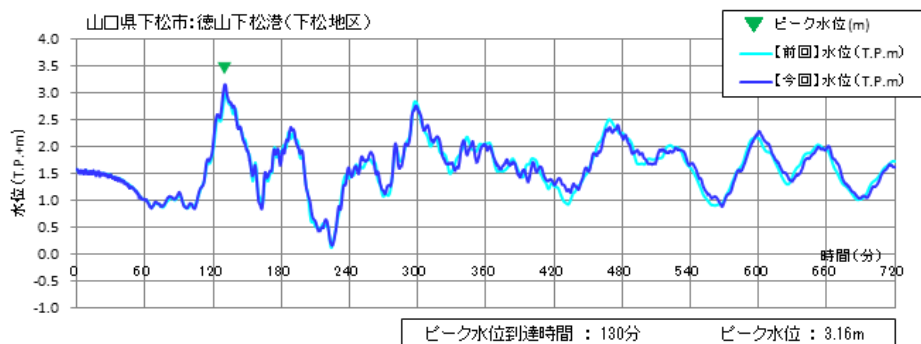
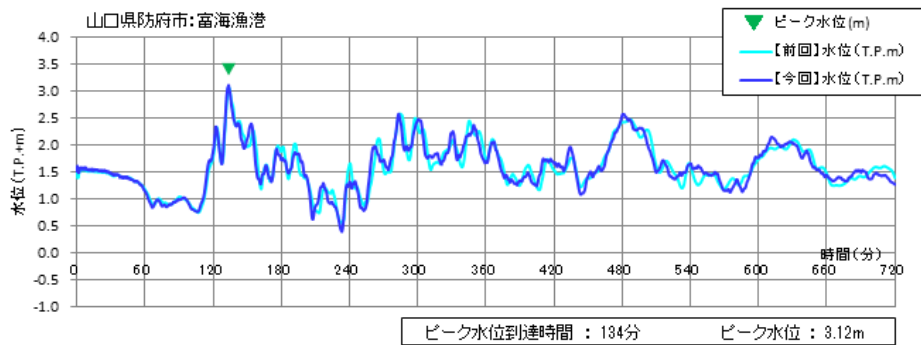
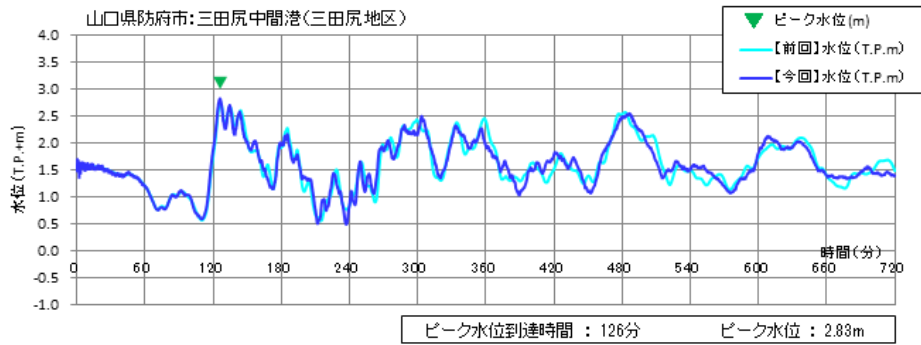
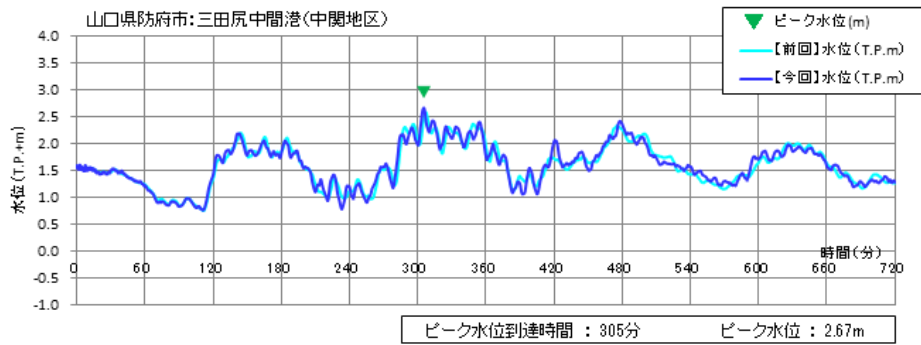
主要な港湾・漁港において最大の水位が生じるケースの時系列の変動グラフ(ハイドログラフ)を図Ⅲ.1-3-2に示す。海面変動+30cmとなる時間が最短となるケースを図Ⅲ.1-3-3に示す。海面変動+1mとなる時間が最短となるケースを図Ⅲ.1-3-4に示す。



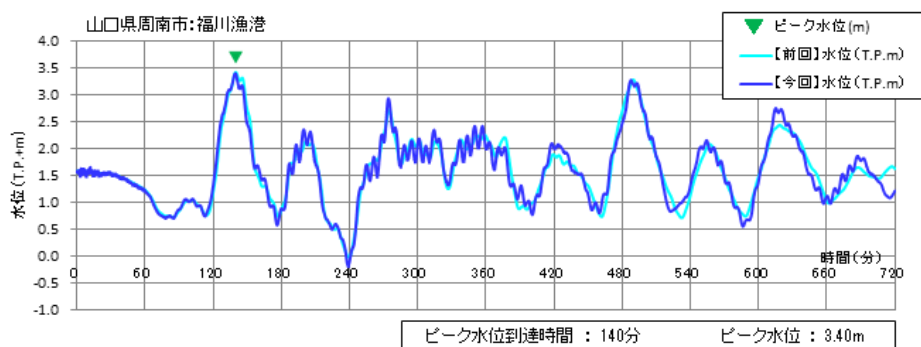
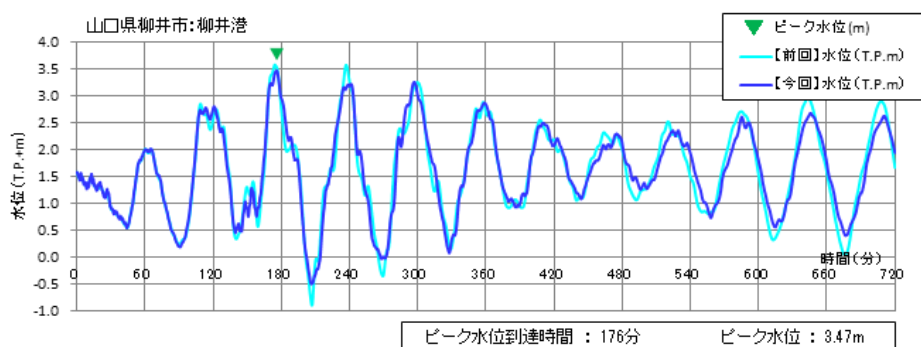
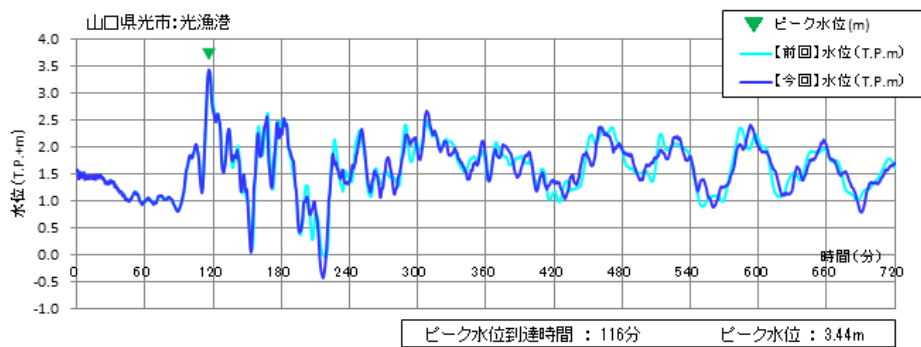
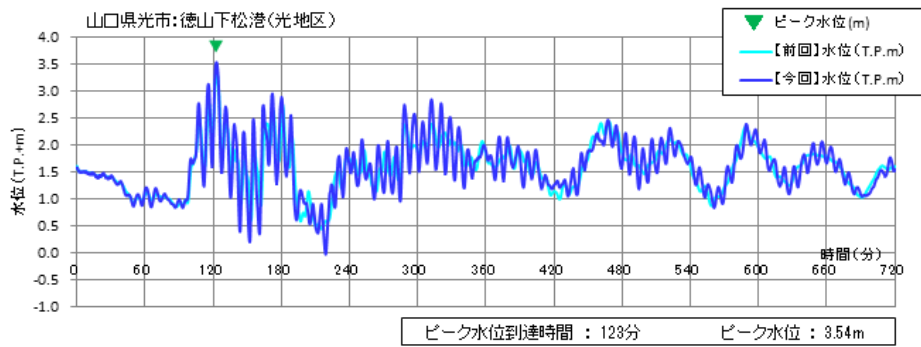
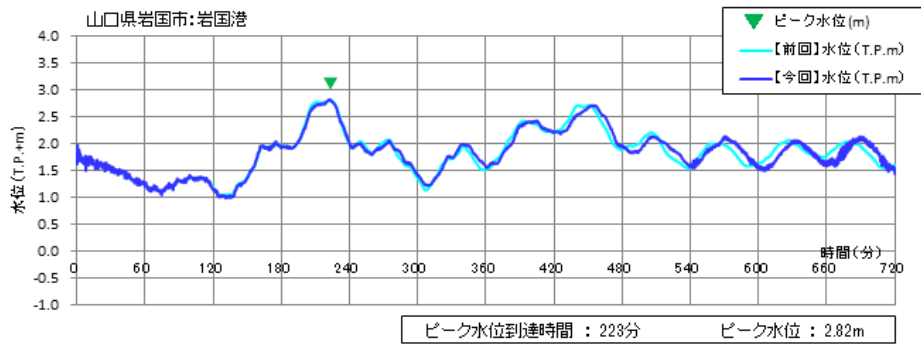
図Ⅲ.1-3-2(1) 主要な港湾・漁港の地点ハイドログラフ(最高津波高ケース)



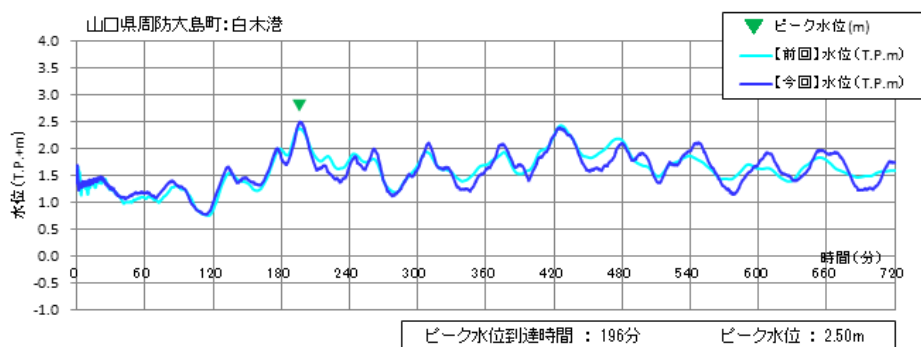
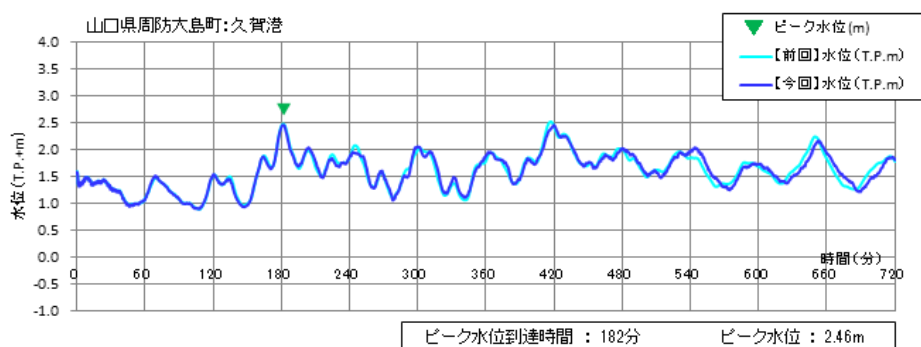
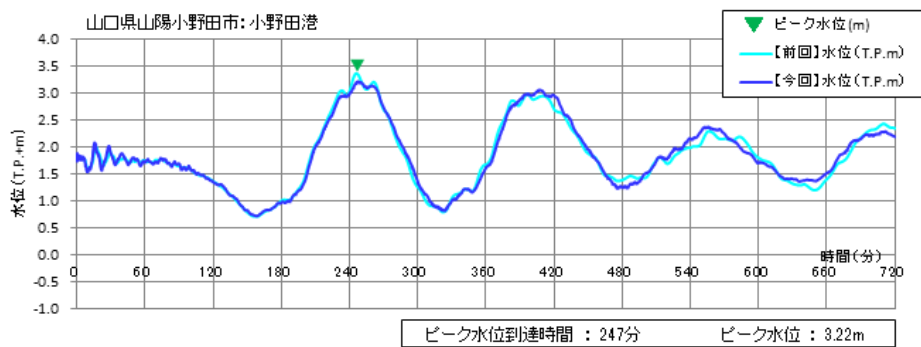
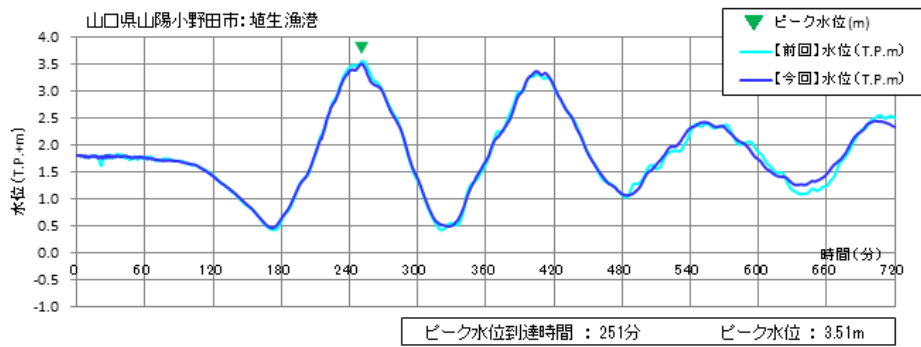
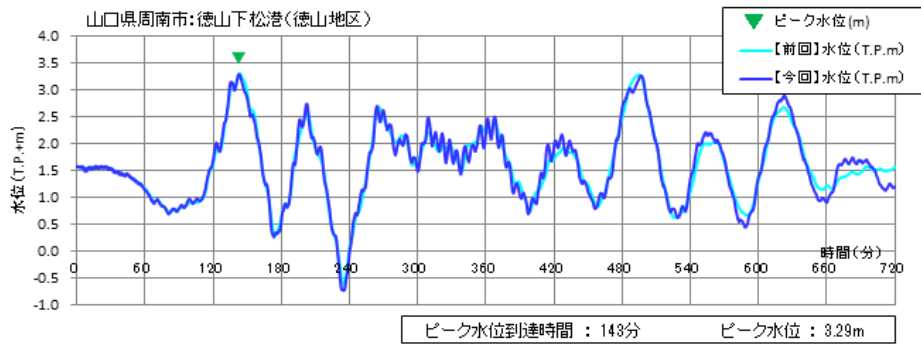
図Ⅲ.1-3-2(2) 主要な港湾・漁港の地点ハイドログラフ(最高津波高ケース)



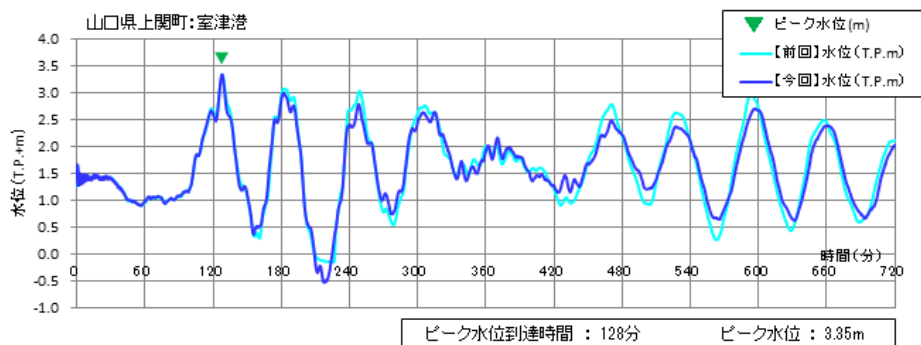
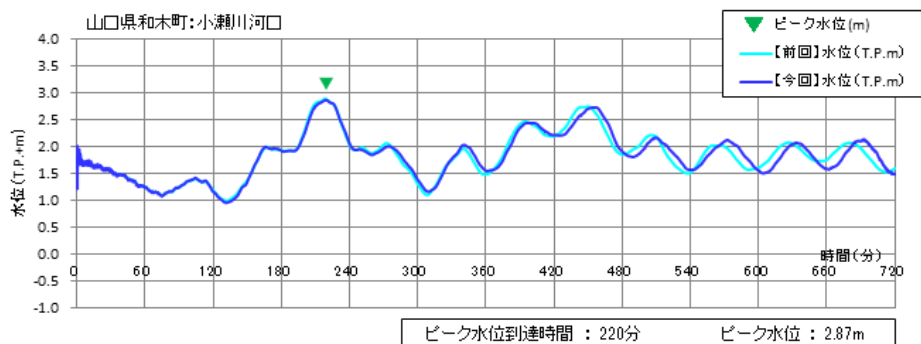
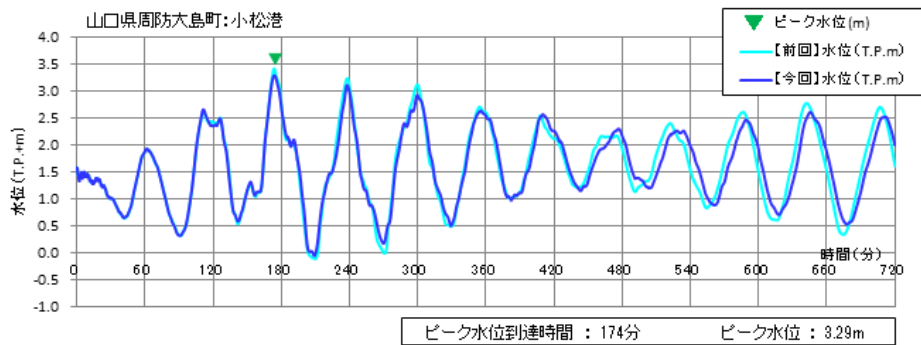
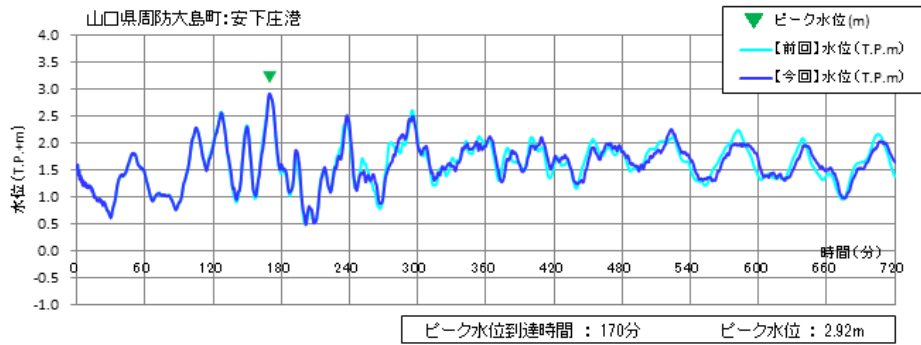
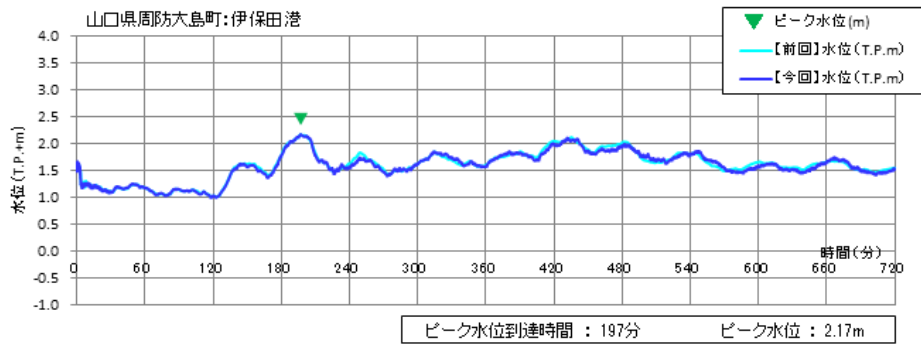
図Ⅲ.1-3-2(3) 主要な港湾・漁港の地点ハイドログラフ(最高津波高ケース)



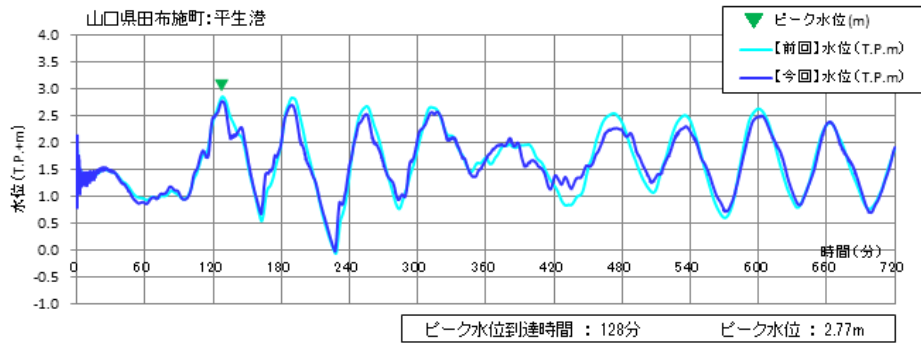
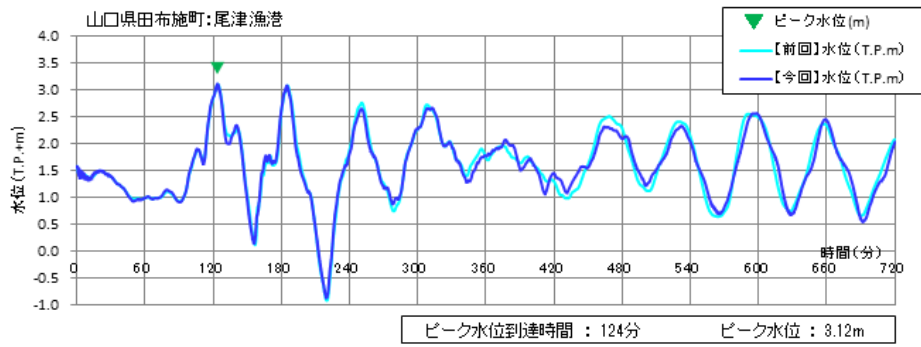
図Ⅲ.1-3-2(4) 主要な港湾・漁港の地点ハイドログラフ(最高津波高ケース)



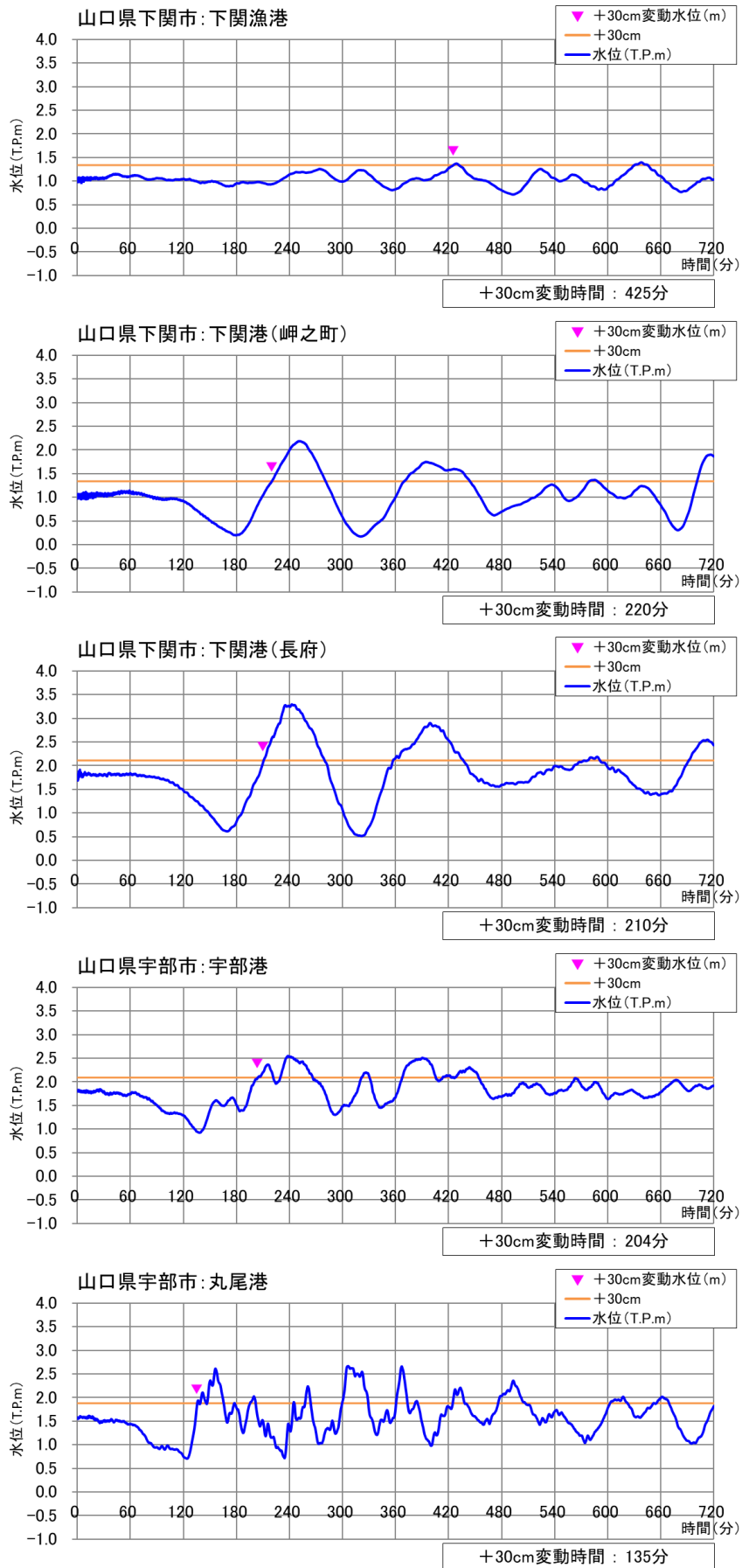
図Ⅲ.1-3-2(5) 主要な港湾・漁港の地点ハイドログラフ(最高津波高ケース)



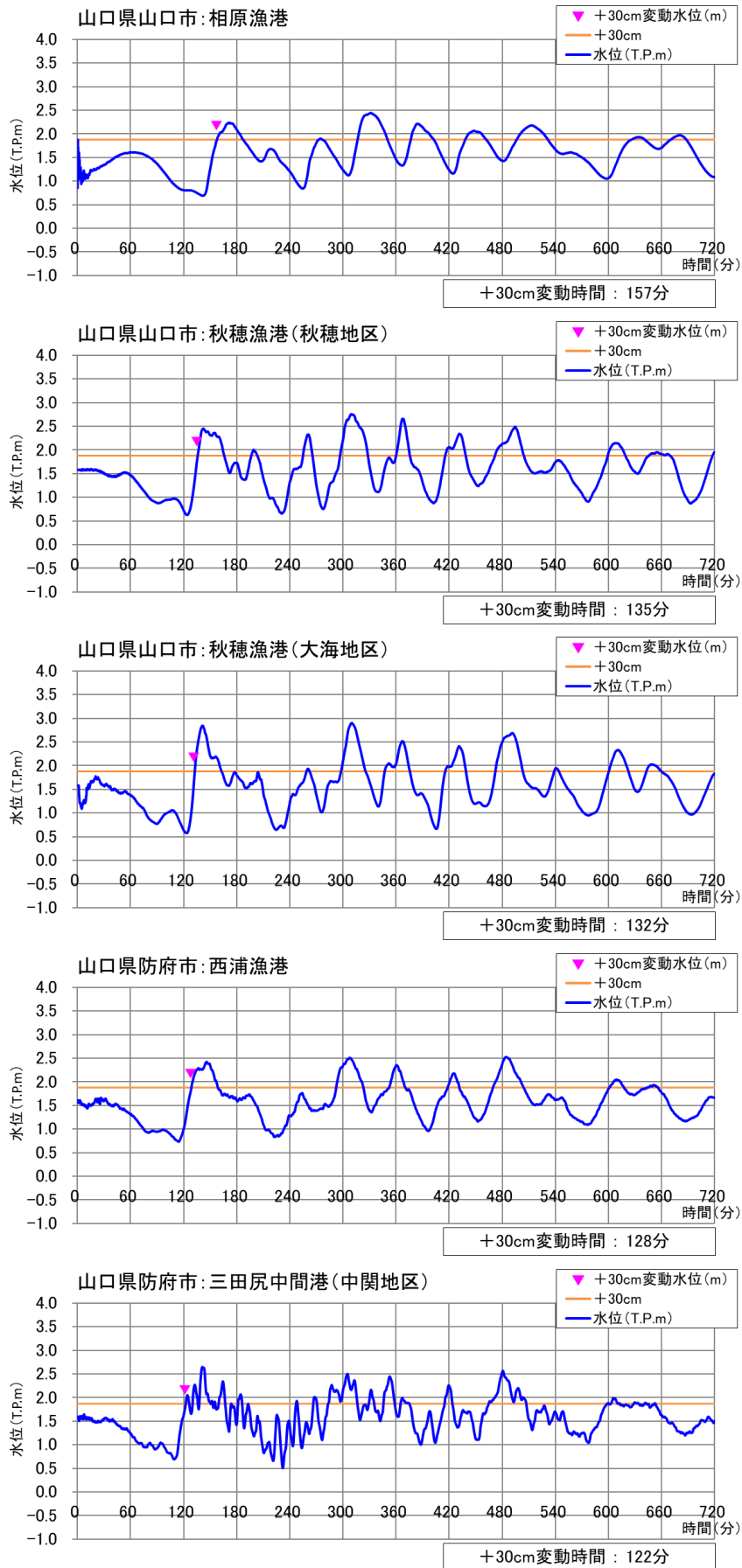
図Ⅲ.1-3-2(6) 主要な港湾・漁港の地点ハイドログラフ(最高津波高ケース)



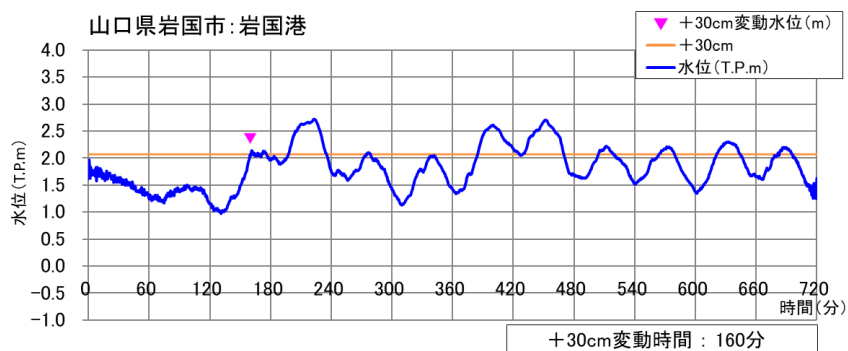
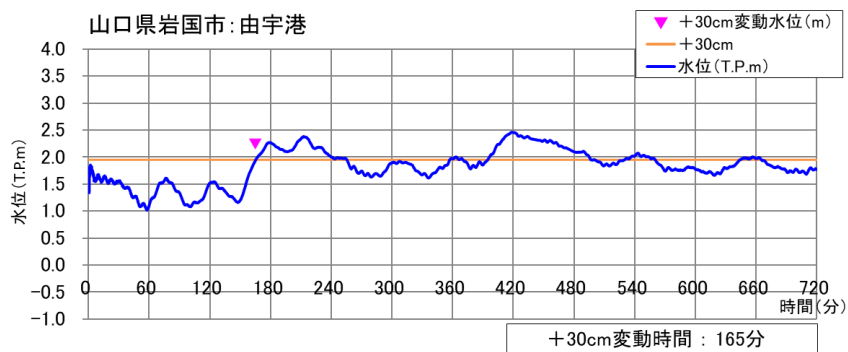
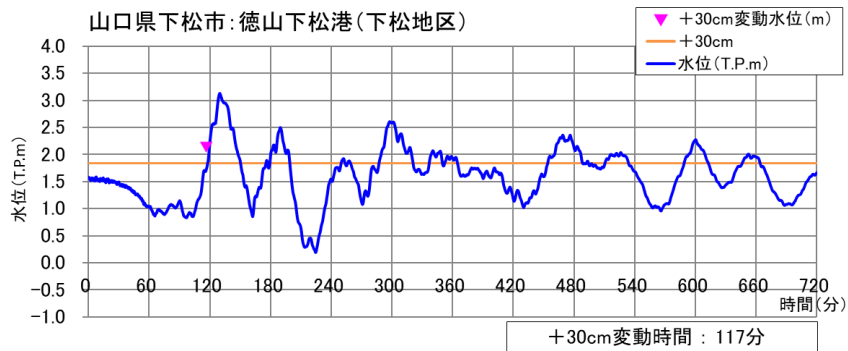
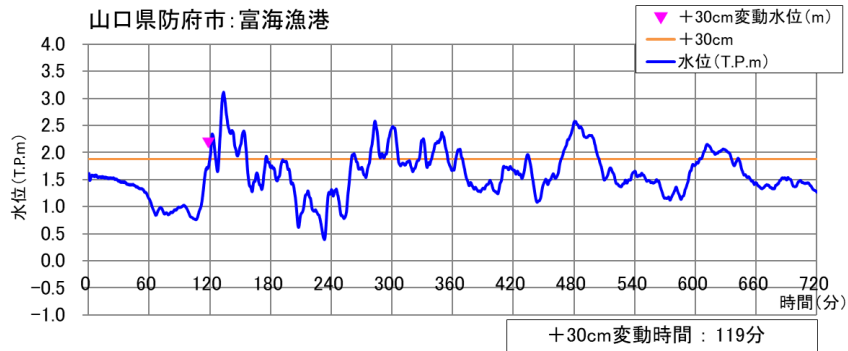
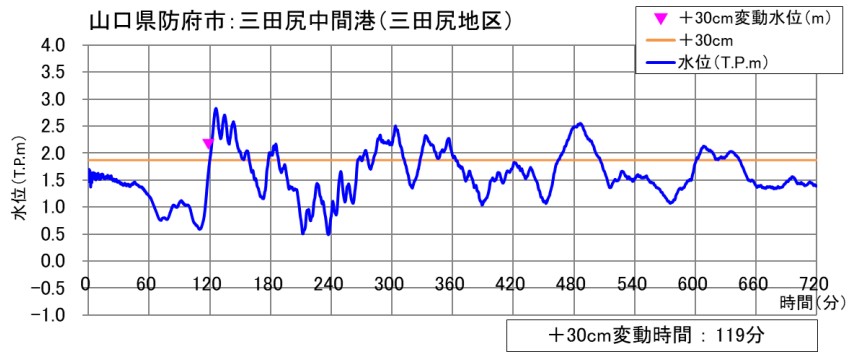
図Ⅲ.1-3-2(7) 主要な港湾・漁港の地点ハイドログラフ(最高津波高ケース)



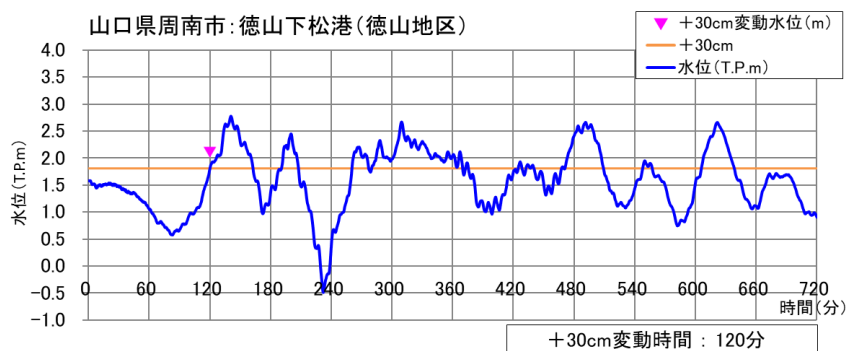
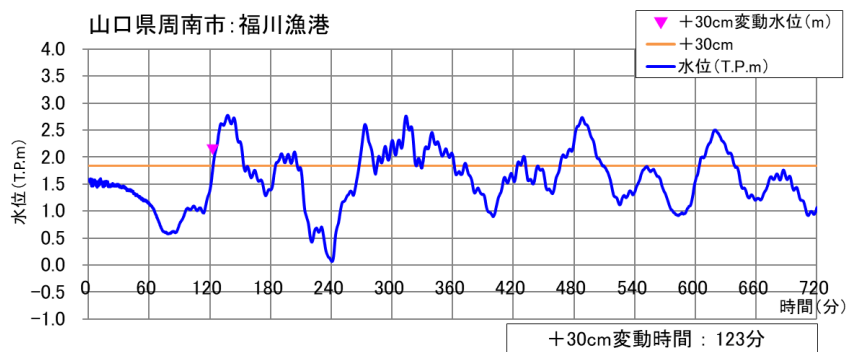
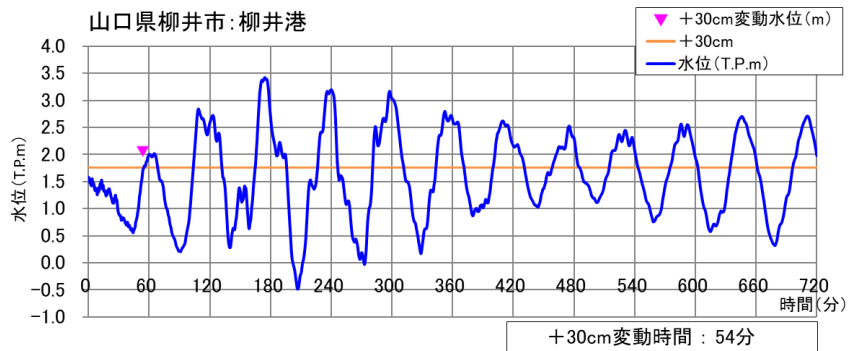
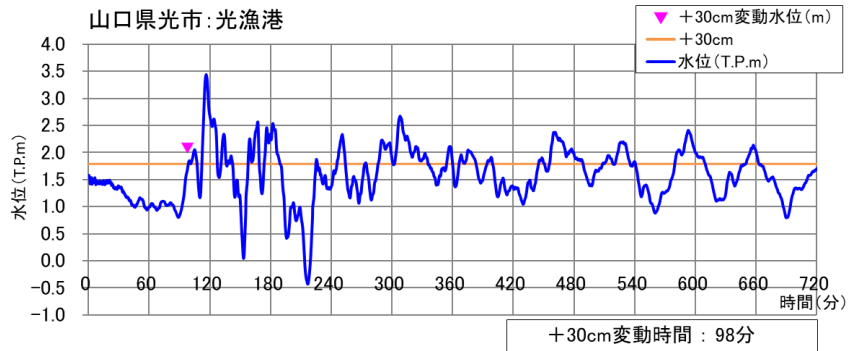
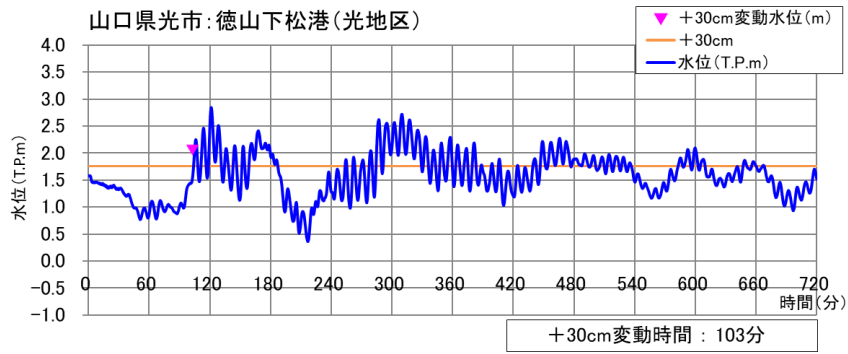
図Ⅲ. 1-3-3(1) 主要な港湾・漁港の地点ハイドログラフ(+30cm 到達時間ケース)



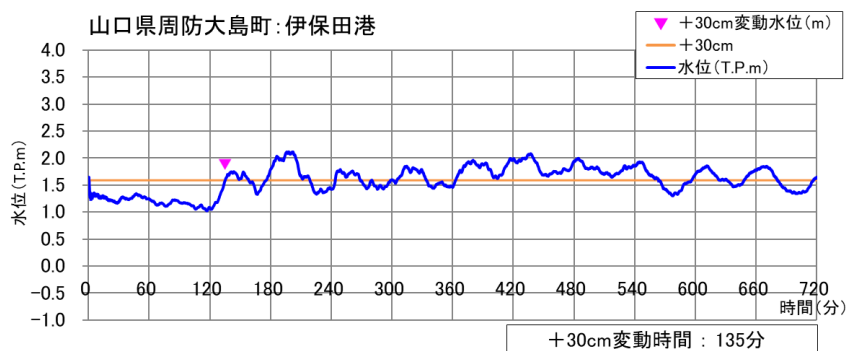
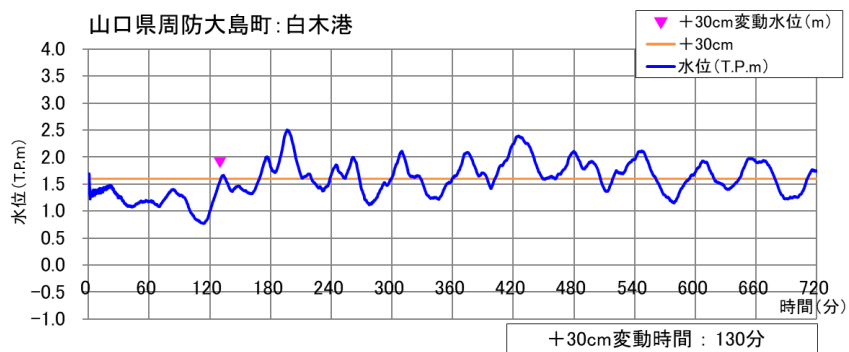
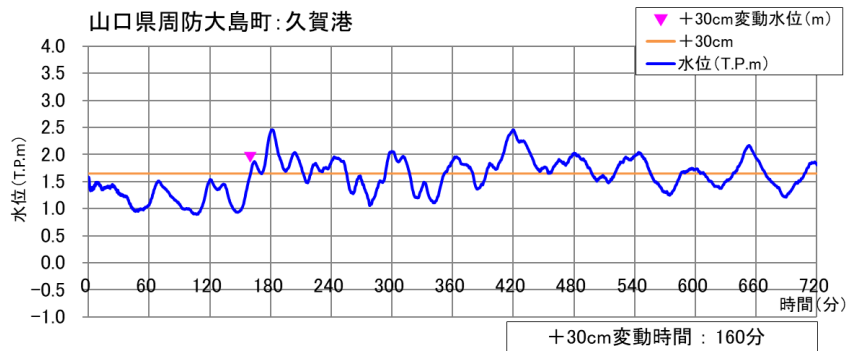
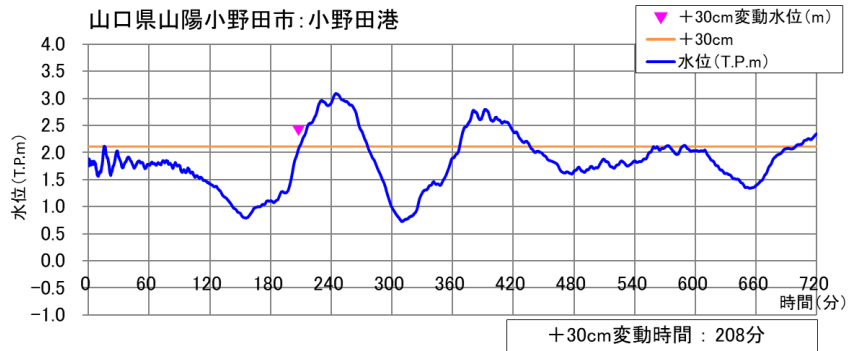
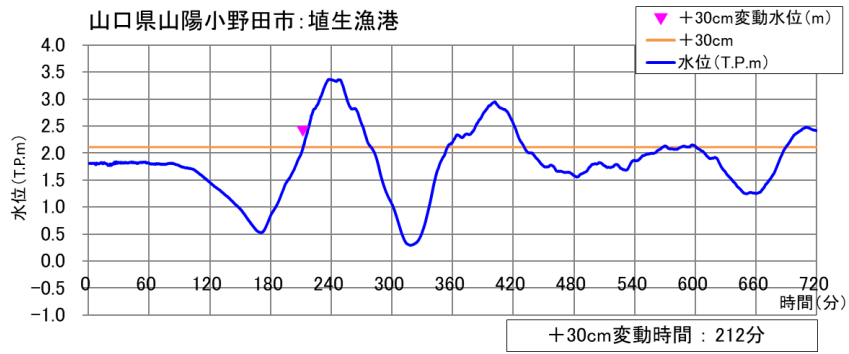
図Ⅲ. 1-3-3(2) 主要な港湾・漁港の地点ハイドログラフ(+30cm 到達時間ケース)



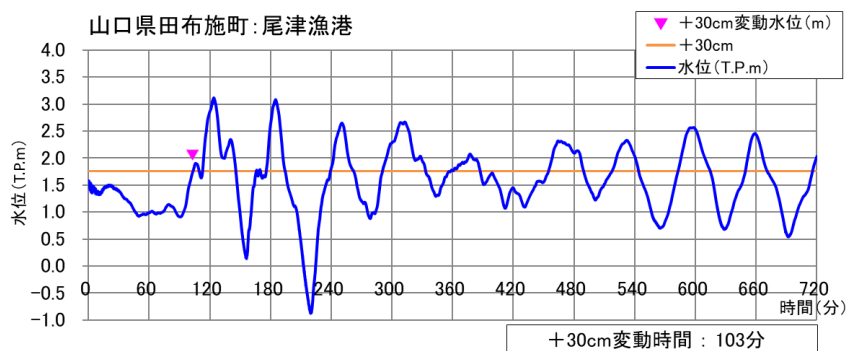
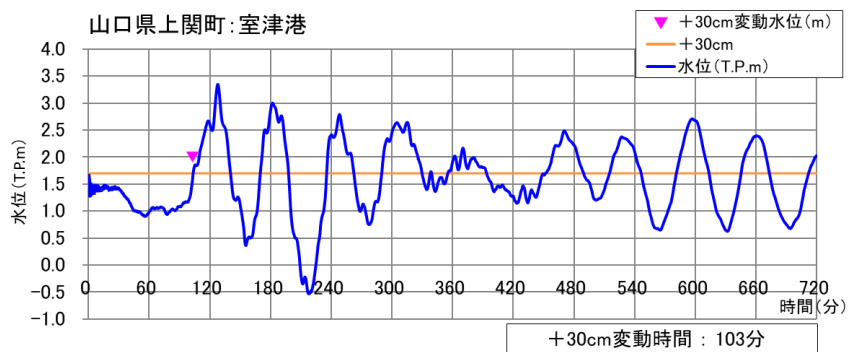
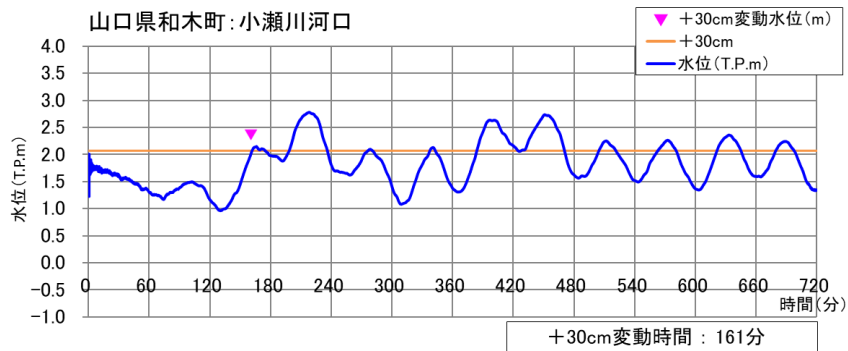
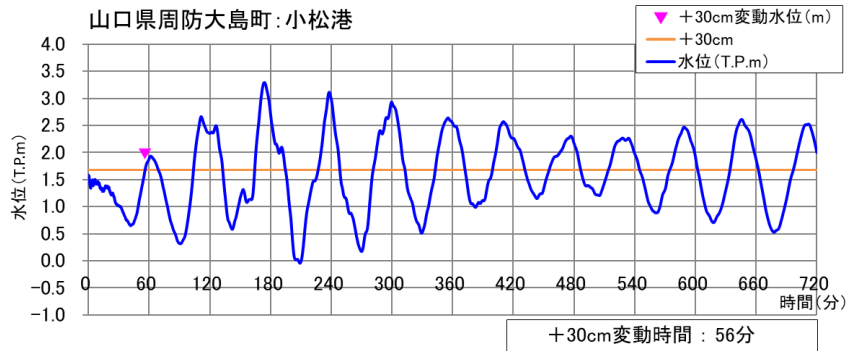
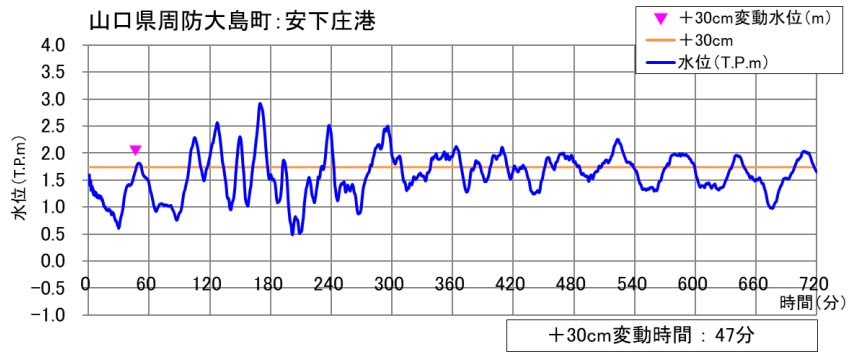
図Ⅲ.1-3-3(3) 主要な港湾・漁港の地点ハイドログラフ(+30cm到達時間ケース)



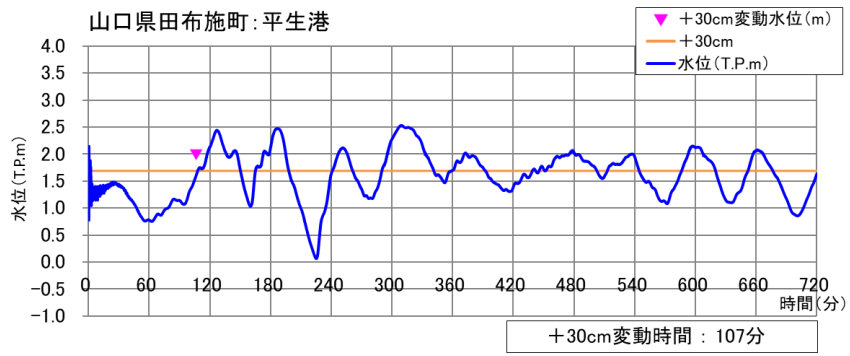
図Ⅲ.1-3-3(4) 主要な港湾・漁港の地点ハイドログラフ(+30cm到達時間ケース)



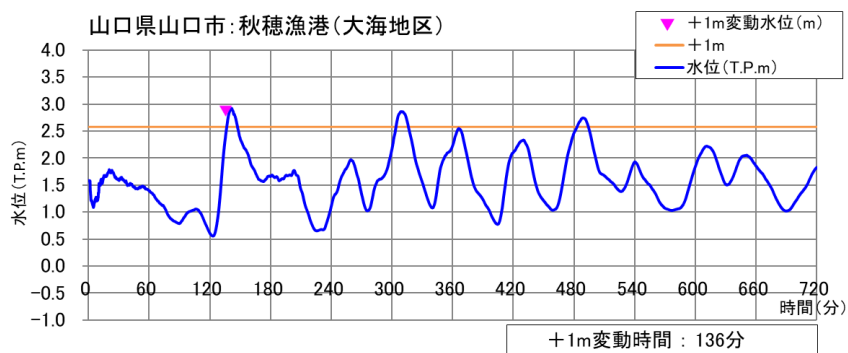
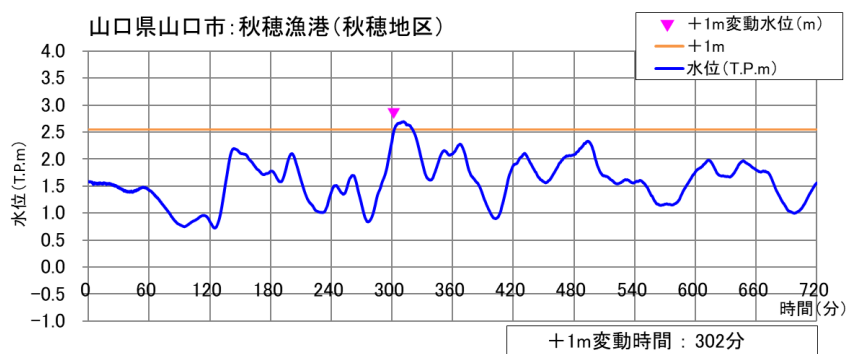
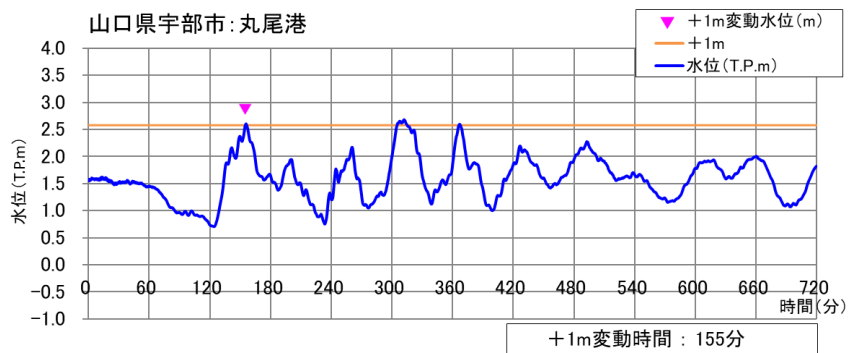
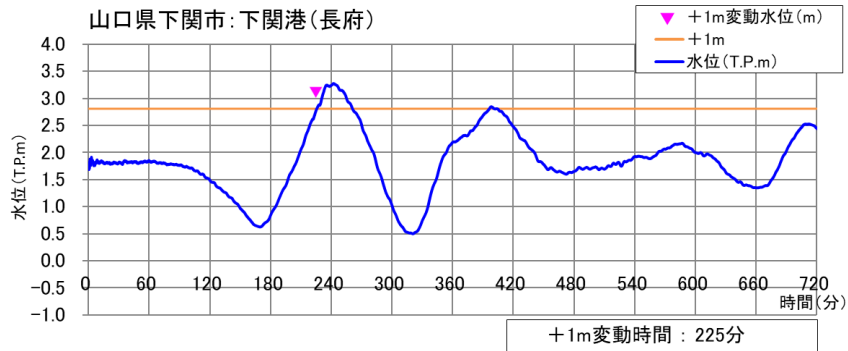
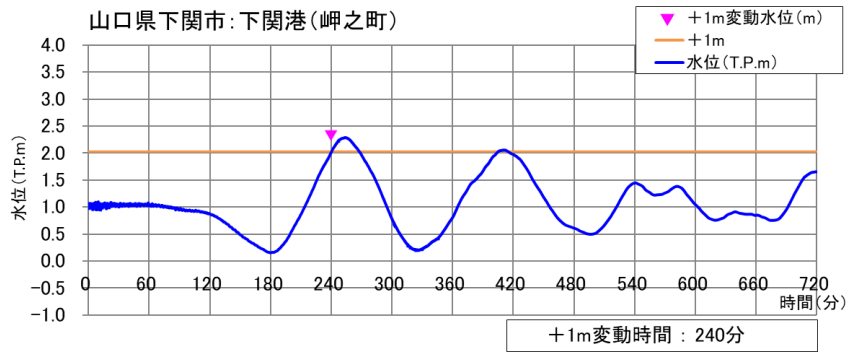
図Ⅲ. 1-3-3(5) 主要な港湾・漁港の地点ハイドログラフ(+30cm 到達時間ケース)



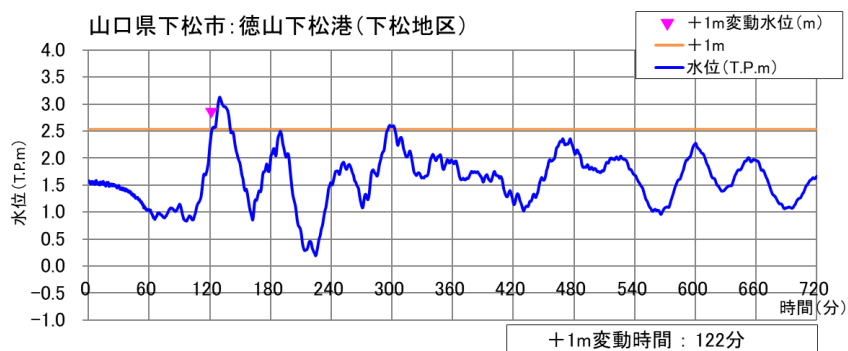
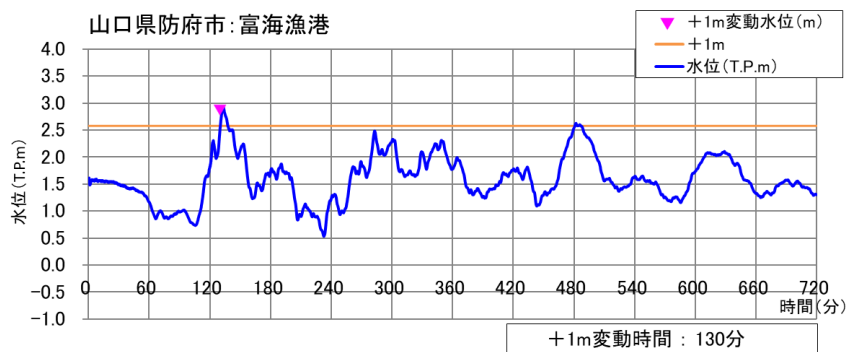
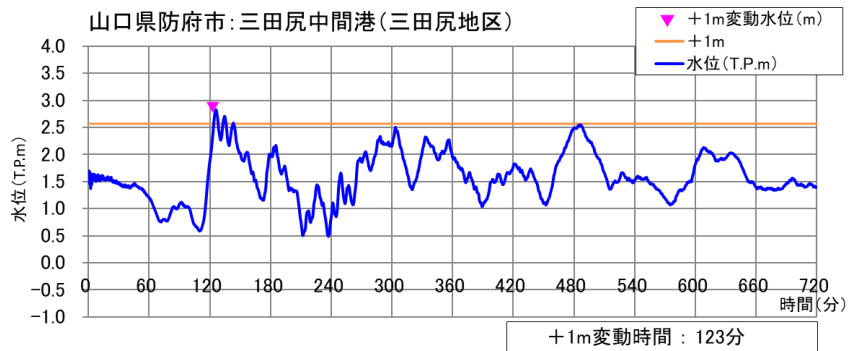
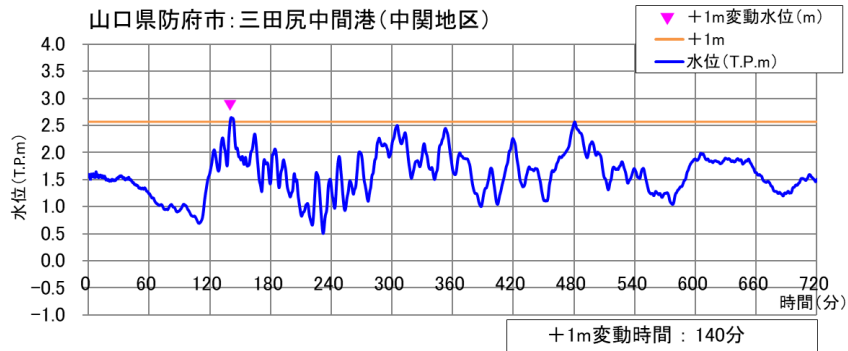
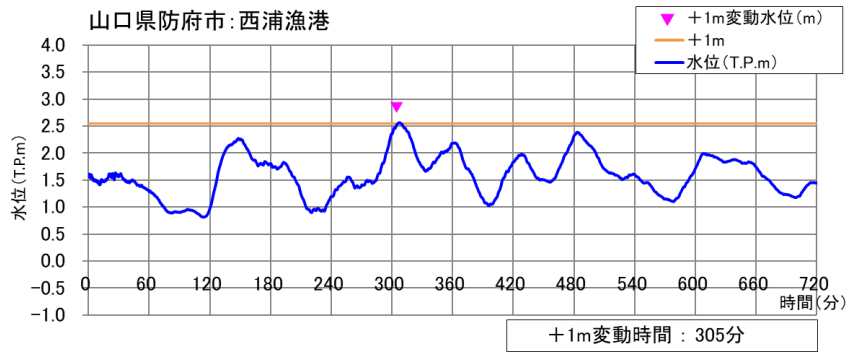
図Ⅲ. 1-3-3(6) 主要な港湾・漁港の地点ハイドログラフ(+30cm 到達時間ケース)



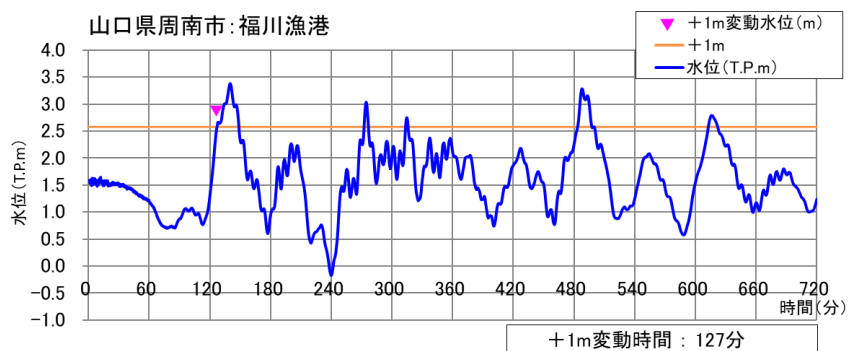
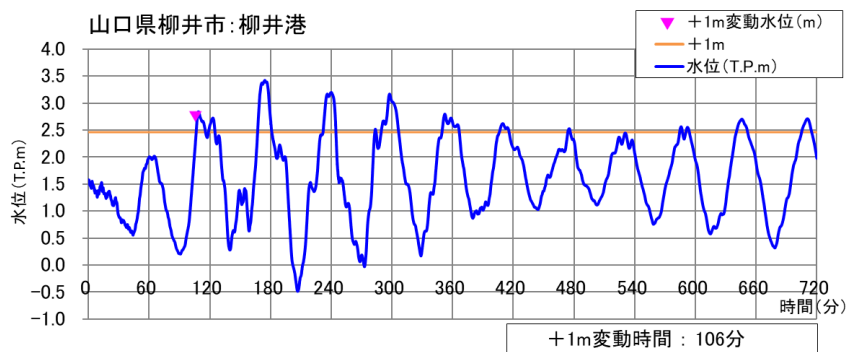
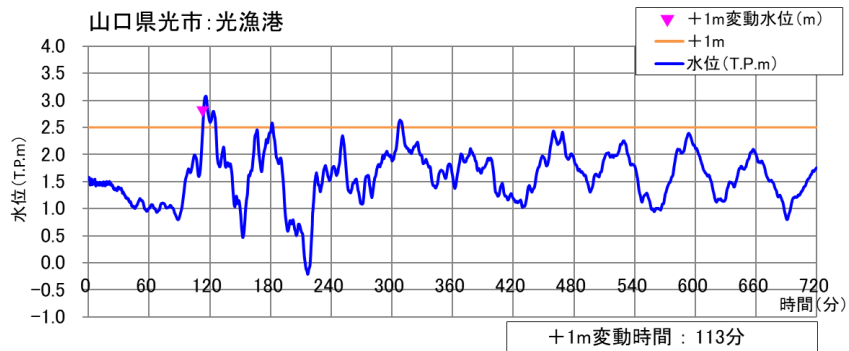
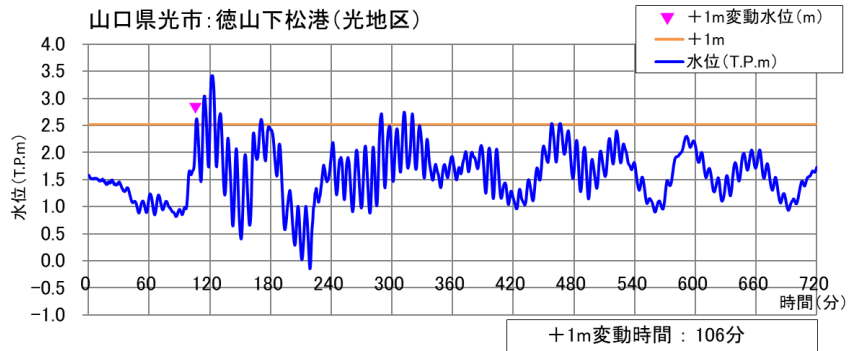
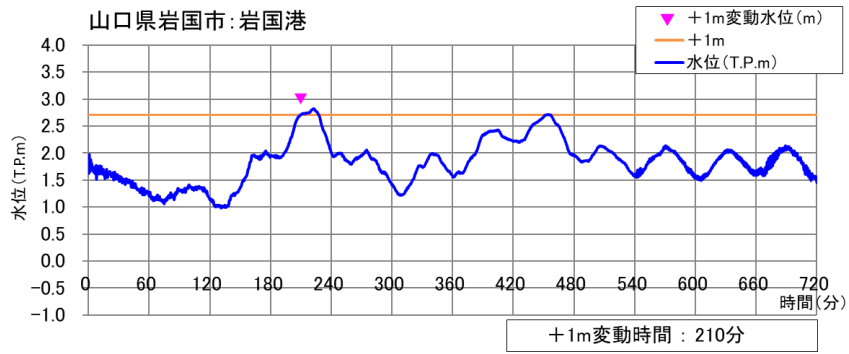
図Ⅲ.1-3-3(7) 主要な港湾・漁港の地点ハイドログラフ(+30cm 到達時間ケース)



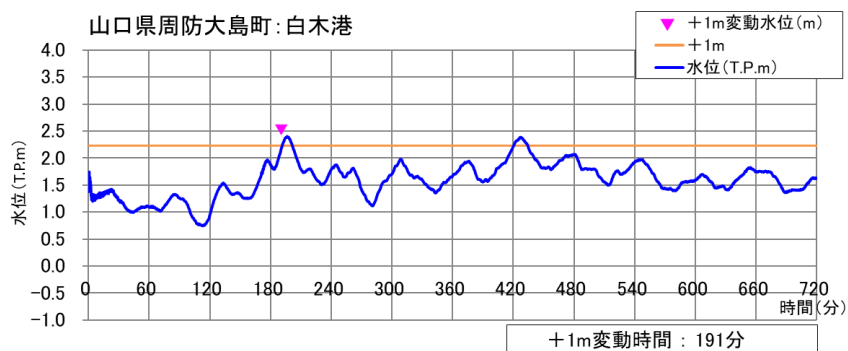
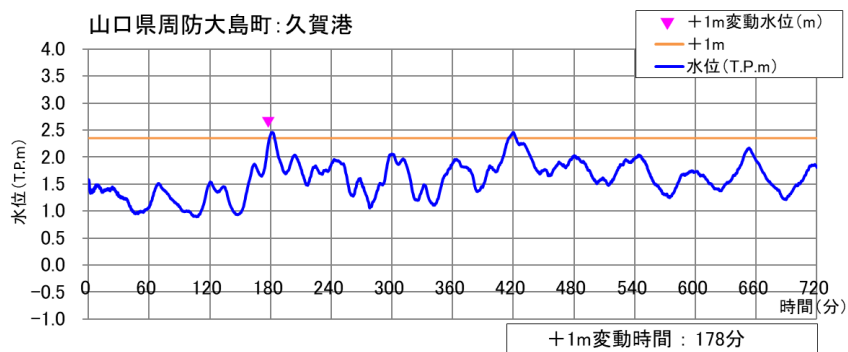
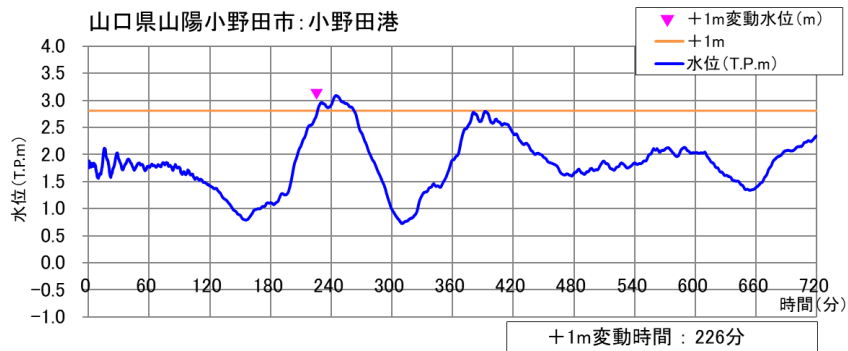
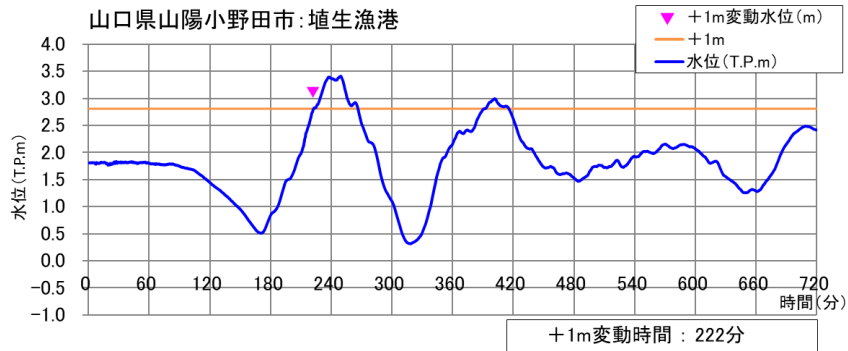
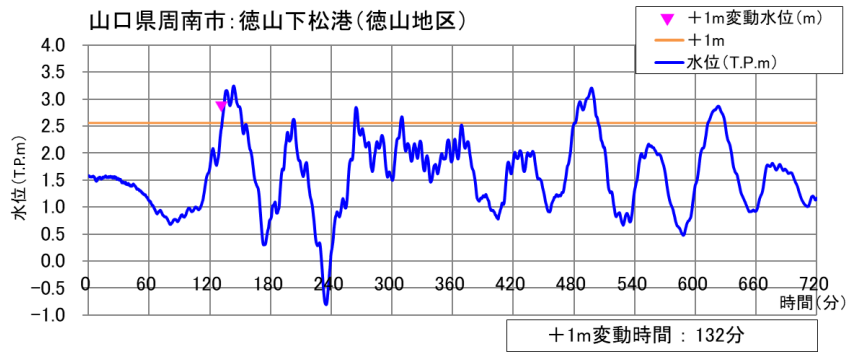
図Ⅲ.1-3-4(1) 主要な港湾・漁港の地点ハイドログラフ(+1m到達時間ケース)



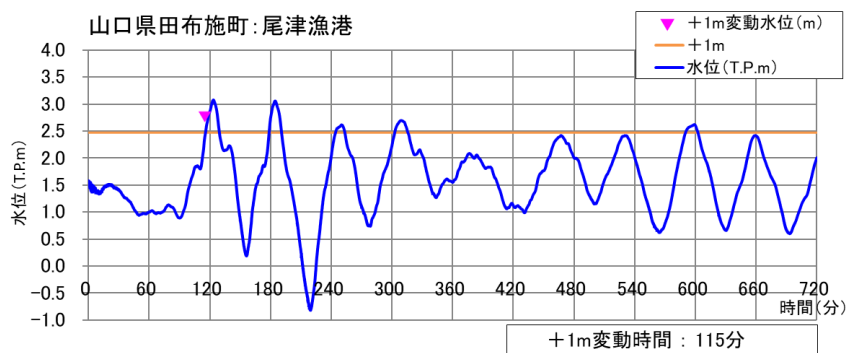
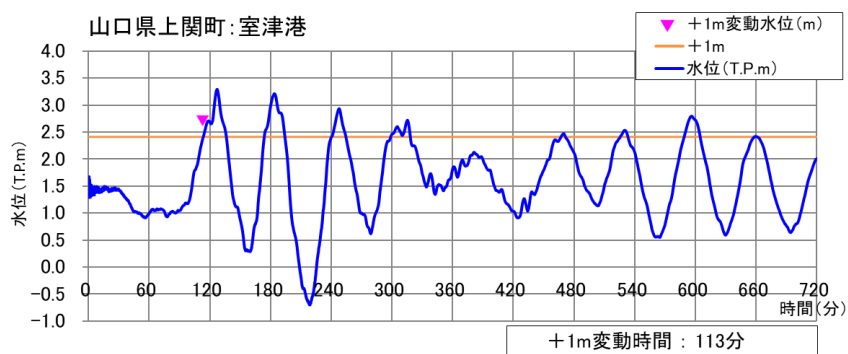
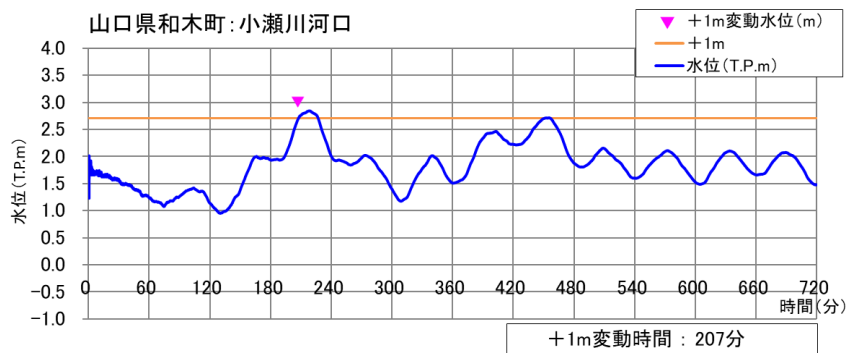
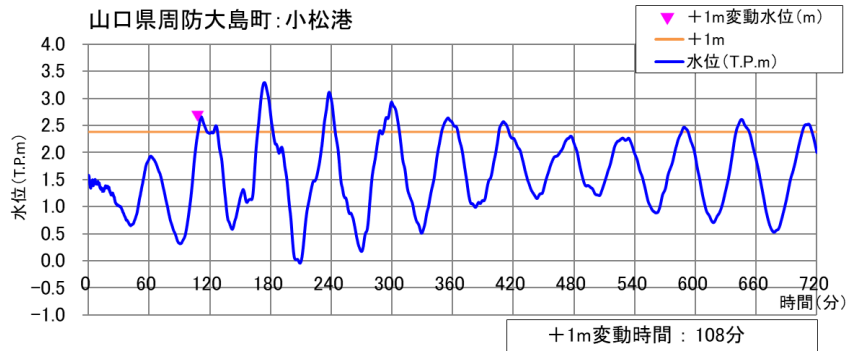
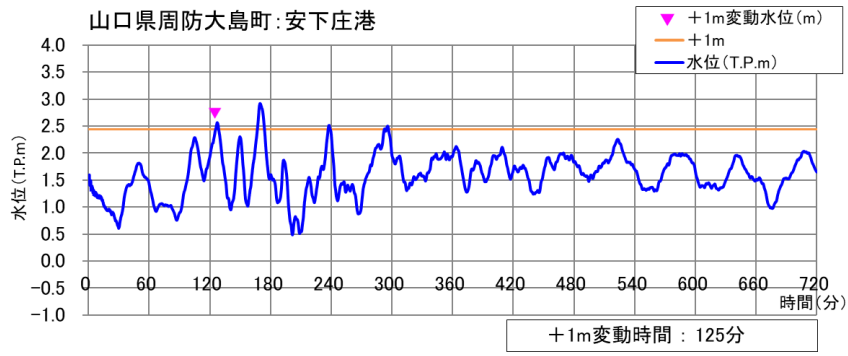
図Ⅲ.1-3-4(2) 主要な港湾・漁港の地点ハイドログラフ(+1m到達時間ケース)



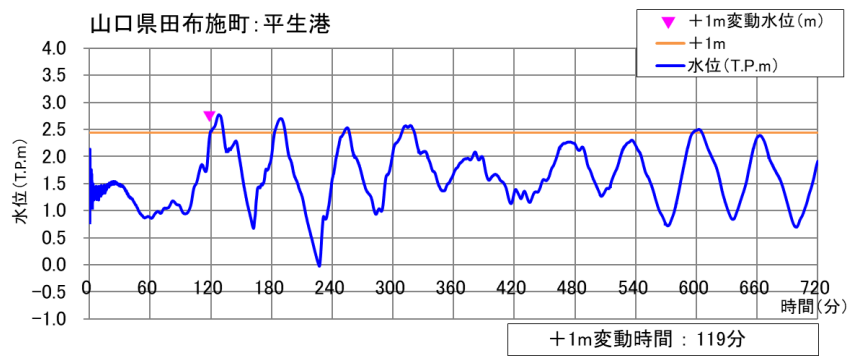
図Ⅲ.1-3-4(3) 主要な港湾・漁港の地点ハイドログラフ(+1m到達時間ケース)



図Ⅲ.1-3-4(4) 主要な港湾・漁港の地点ハイドログラフ(+1m到達時間ケース)



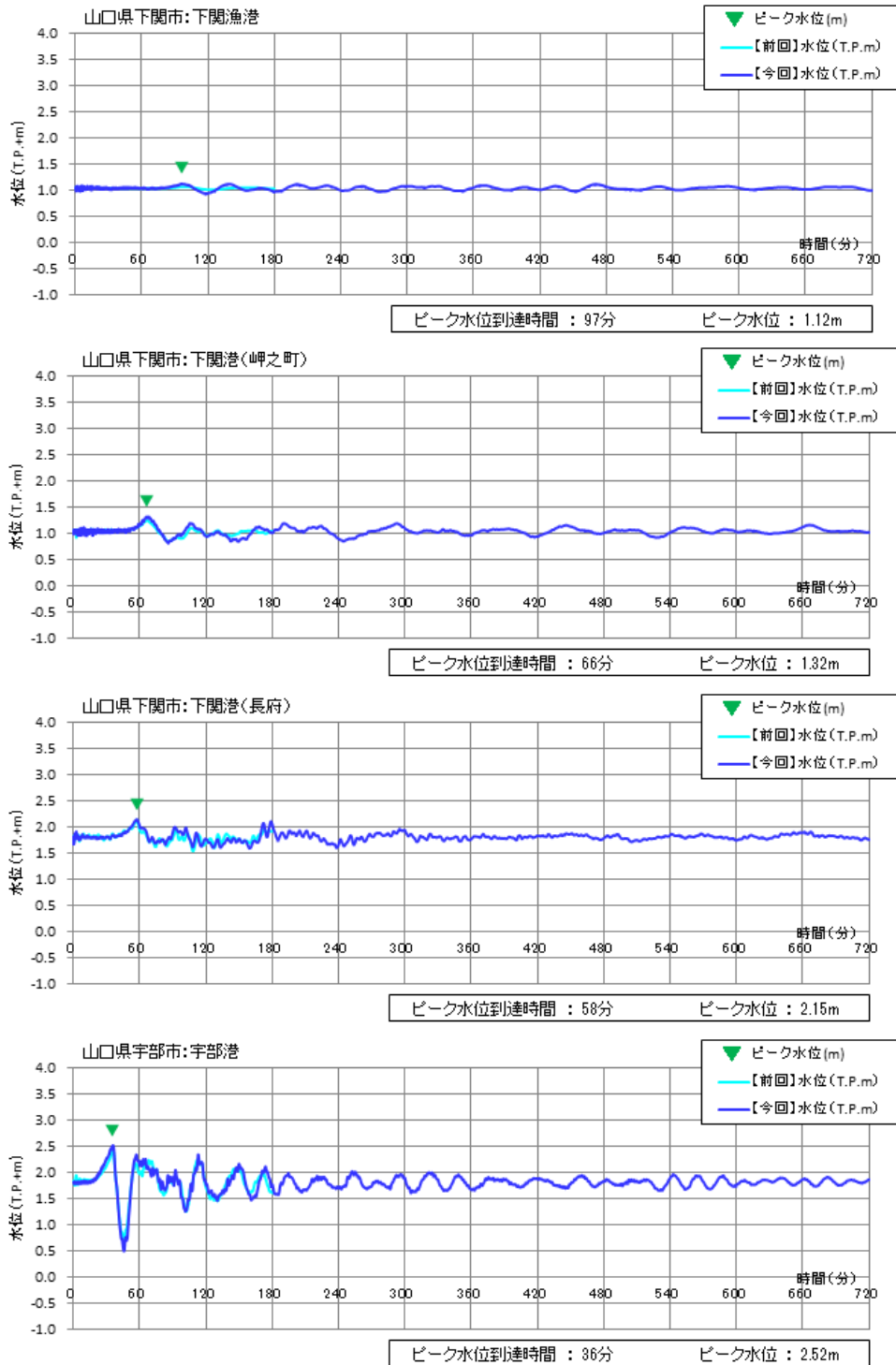
図Ⅲ.1-3-4(5) 主要な港湾・漁港の地点ハイドログラフ(+1m到達時間ケース)



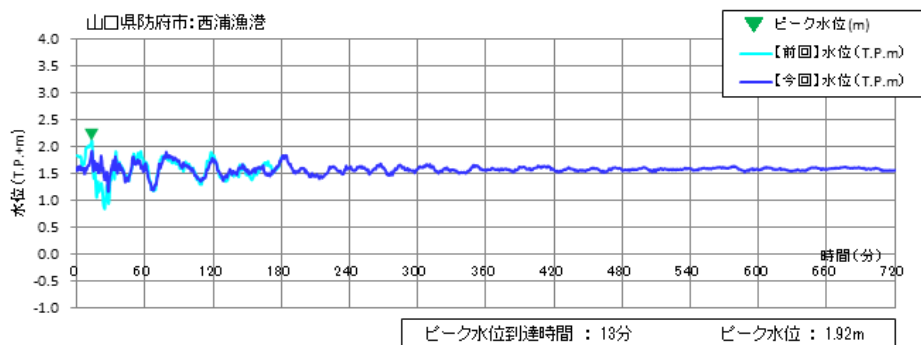
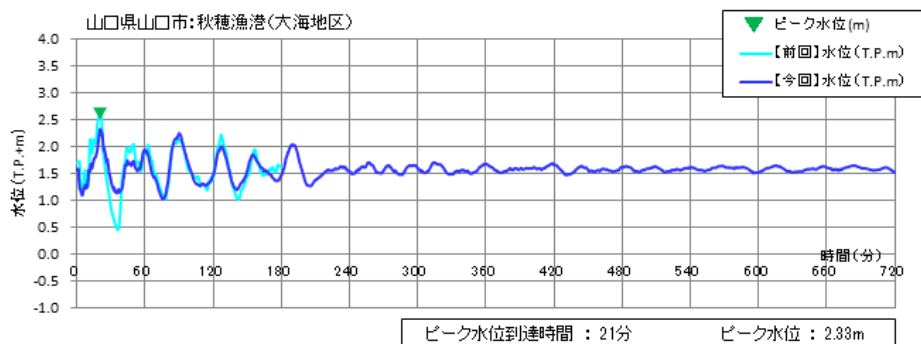
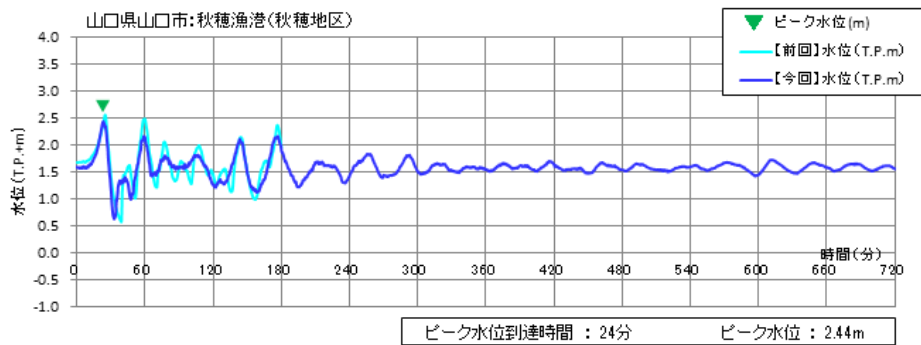
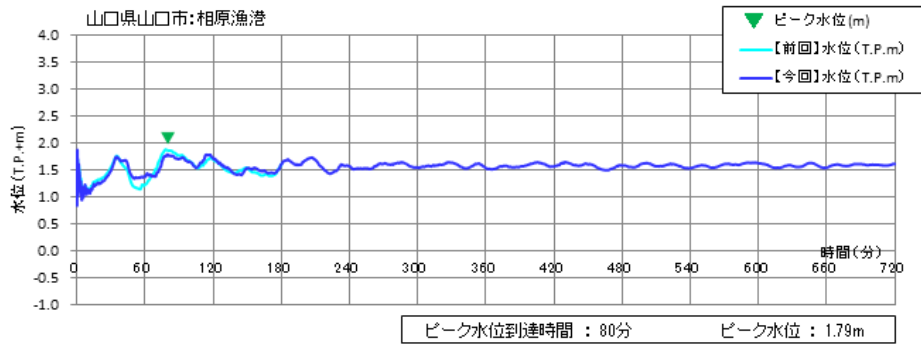
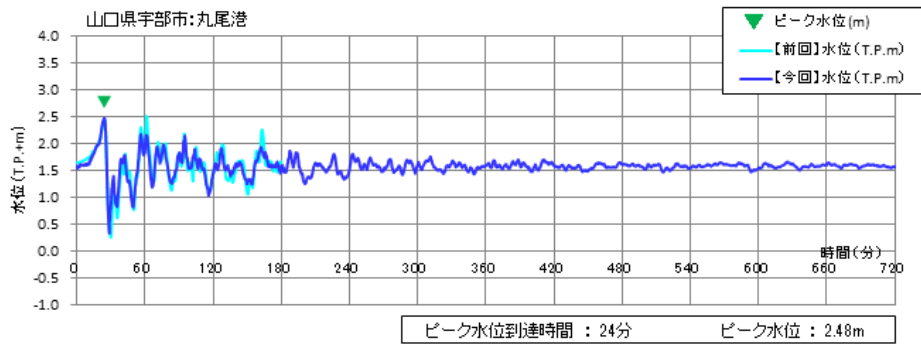
図Ⅲ.1-3-4(6) 主要な港湾・漁港の地点ハイドログラフ(+1m到達時間ケース)

イ 周防灘断層帯主部の地震

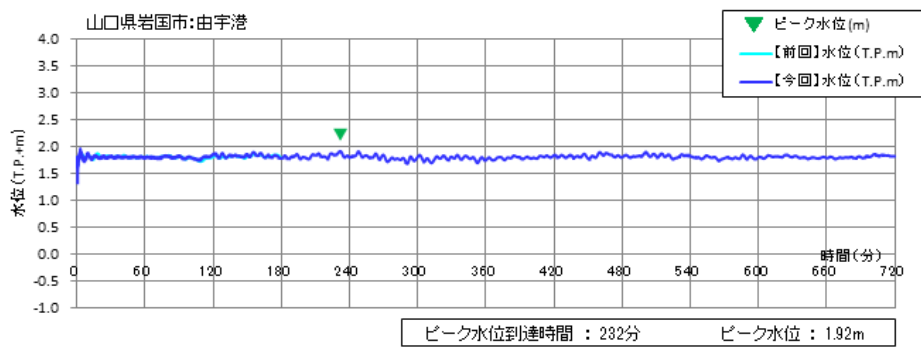
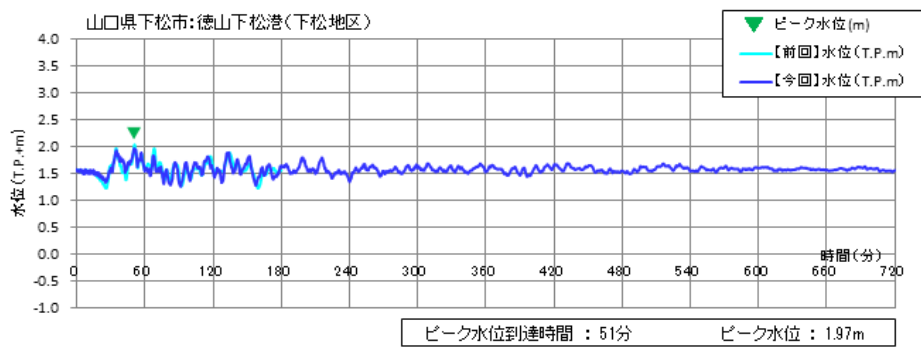
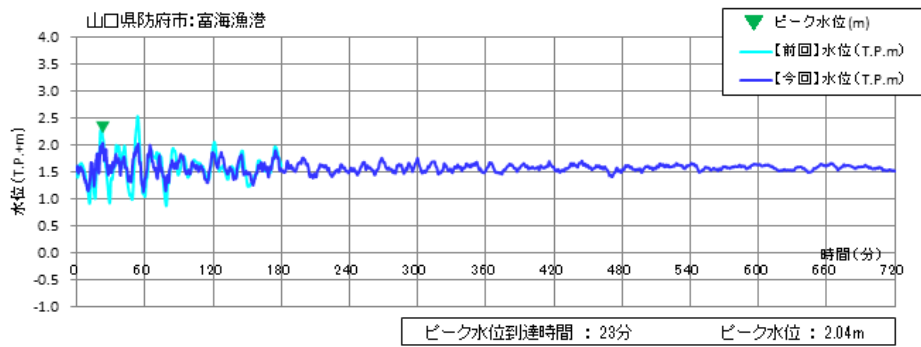
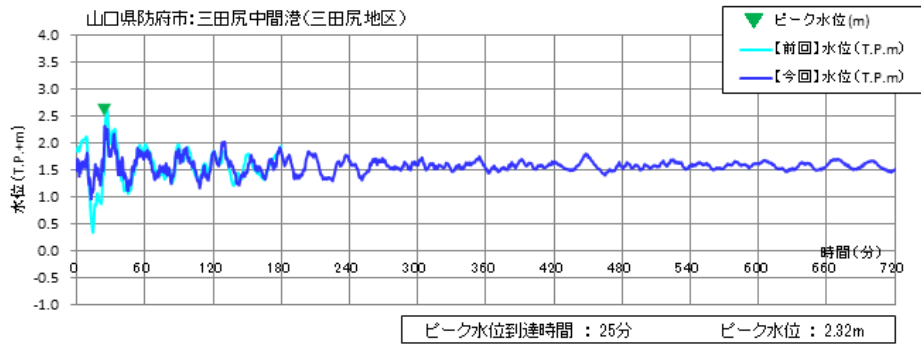
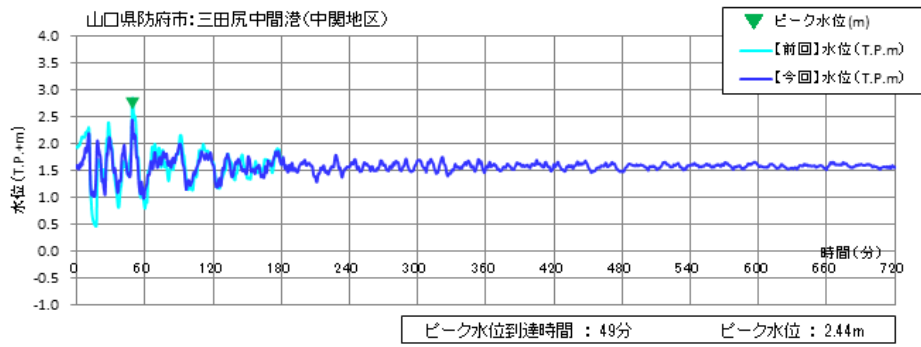
主要な港湾・漁港において最大の水位が生じるケースの時系列の変動グラフ(ハイドログラフ)を図Ⅲ.1-3-5に示す。海面変動+30cmとなる時間が最短となるケースを図Ⅲ.1-3-6に示す。なお、周防灘断層帯主部の地震では、いずれの港湾・漁港においても海面変動+1mは生じない。



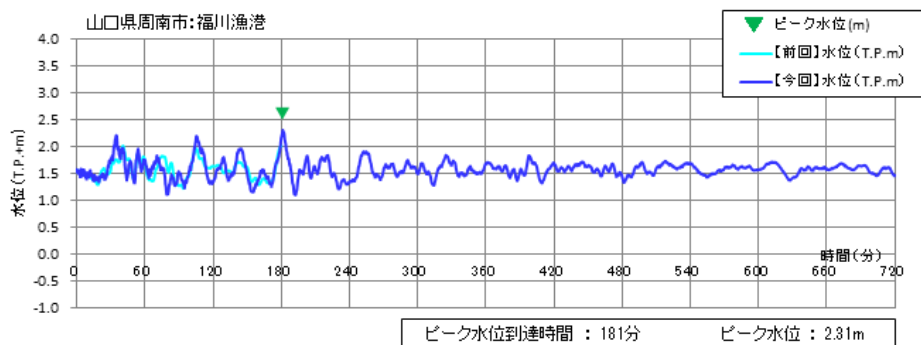
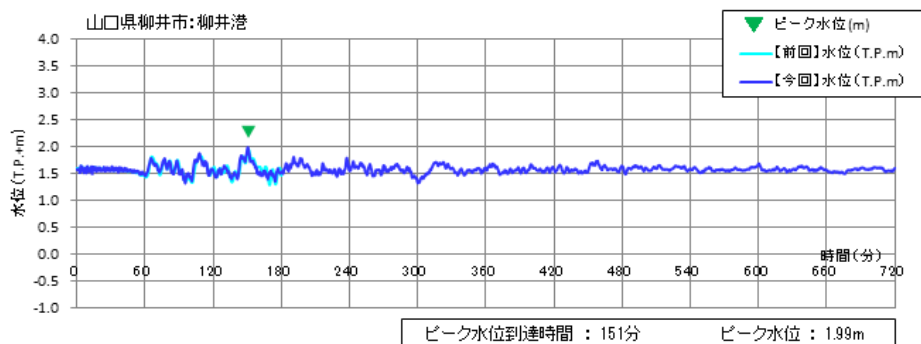
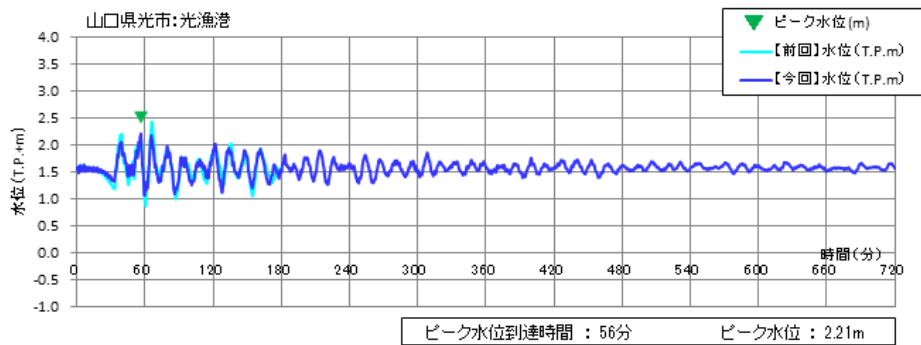
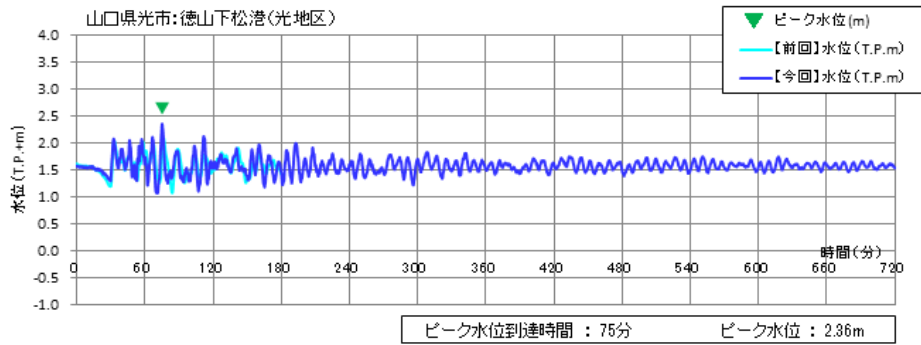
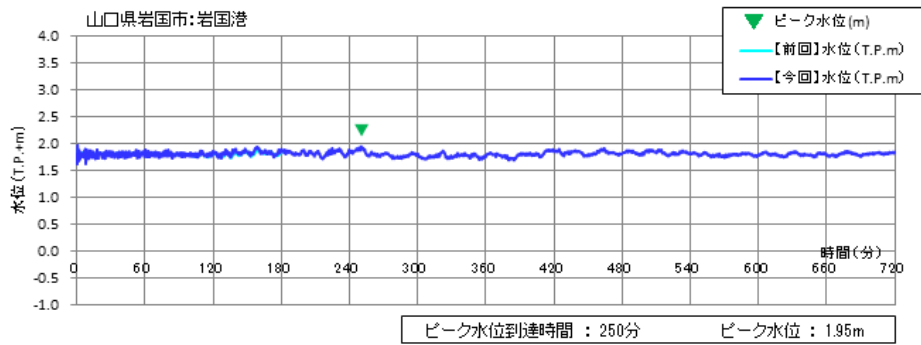
図Ⅲ.1-3-5(1) 主要な港湾・漁港の地点ハイドログラフ(最高津波高ケース)



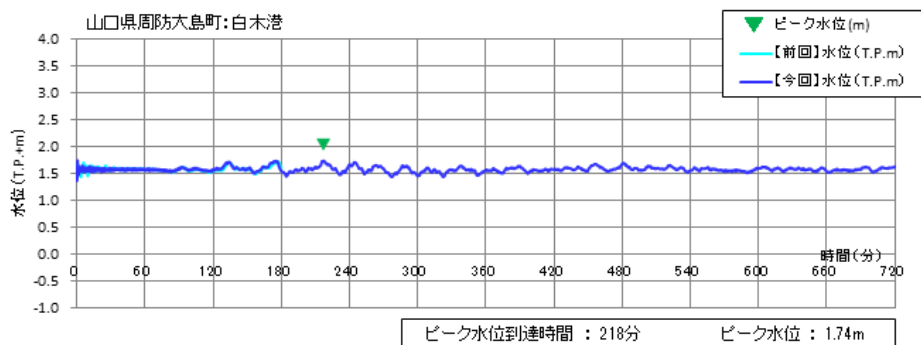
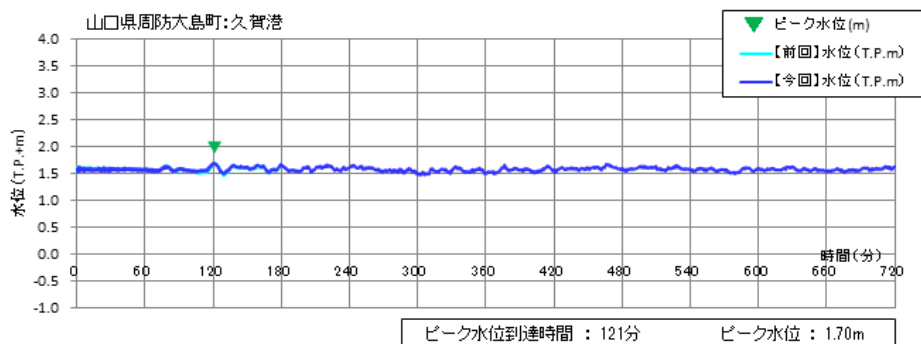
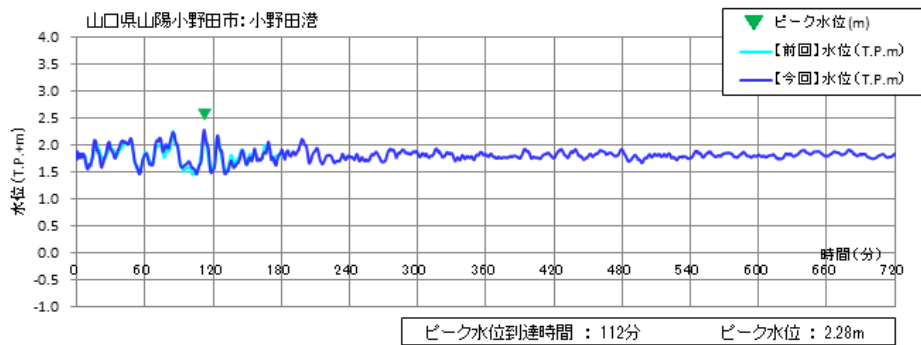
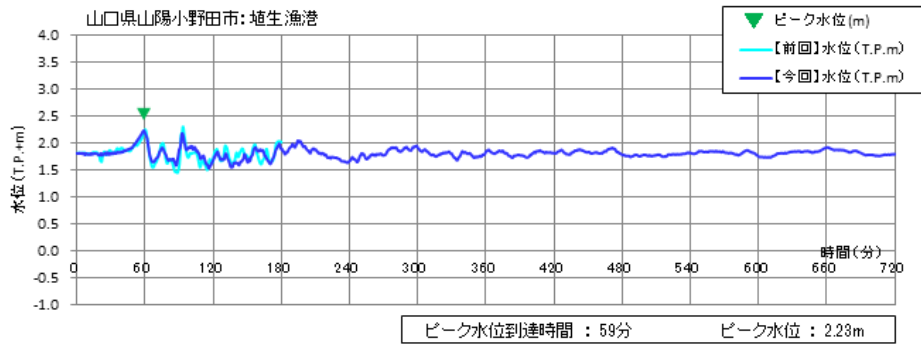
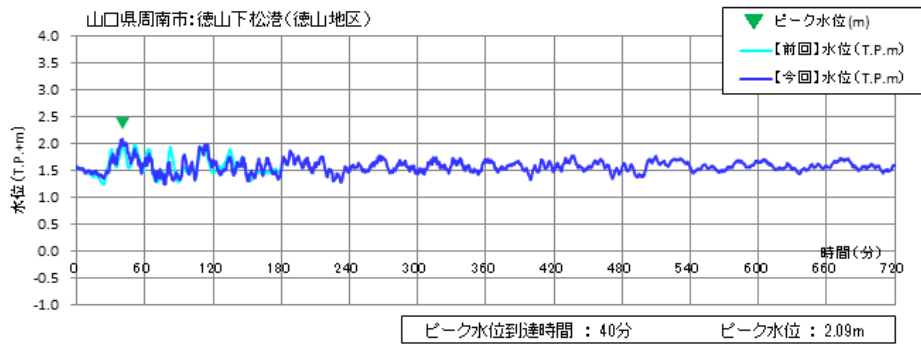
図Ⅲ.1-3-5(2) 主要な港湾・漁港の地点ハイドログラフ(最高津波高ケース)



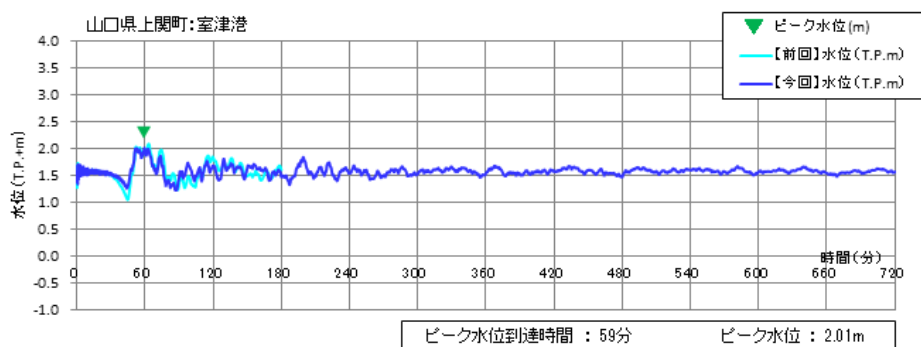
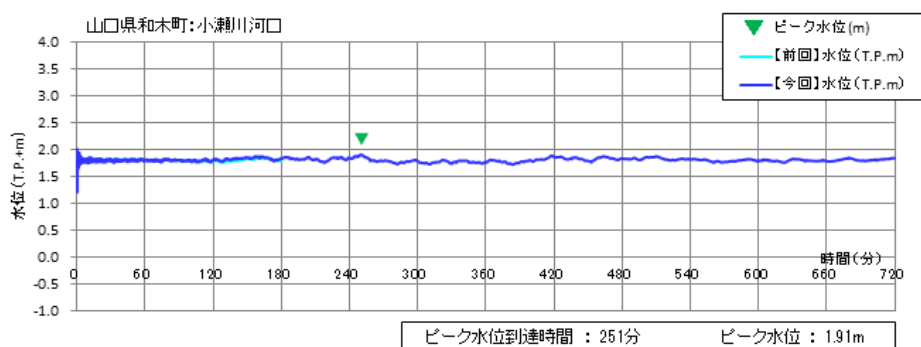
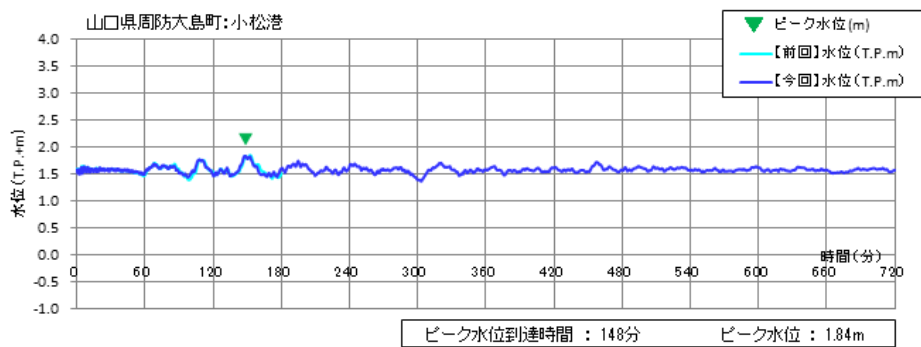
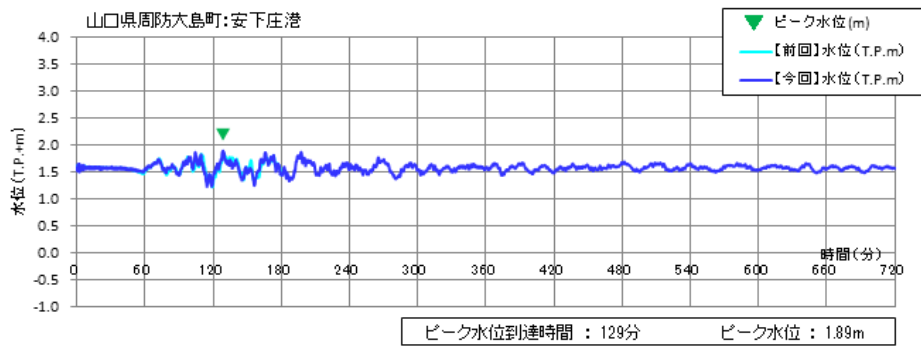
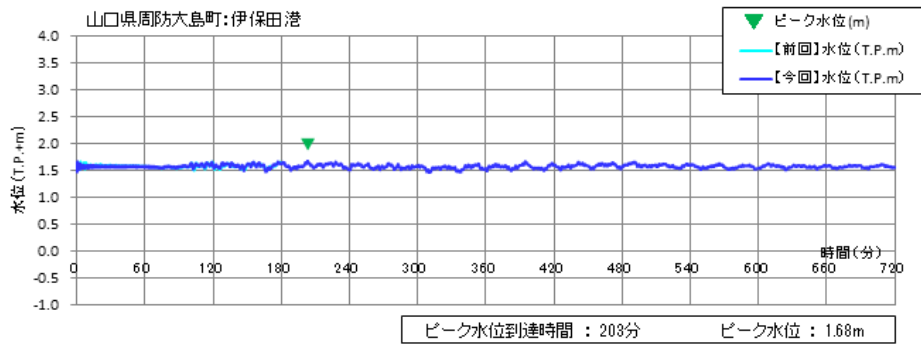
図Ⅲ.1-3-5(3) 主要な港湾・漁港の地点ハイドログラフ(最高津波高ケース)



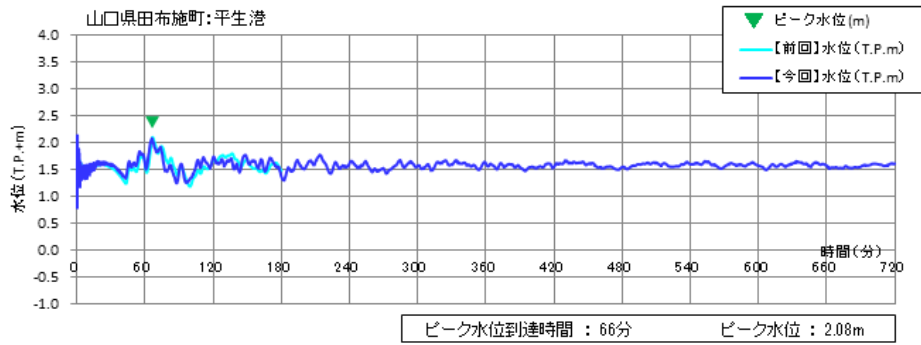
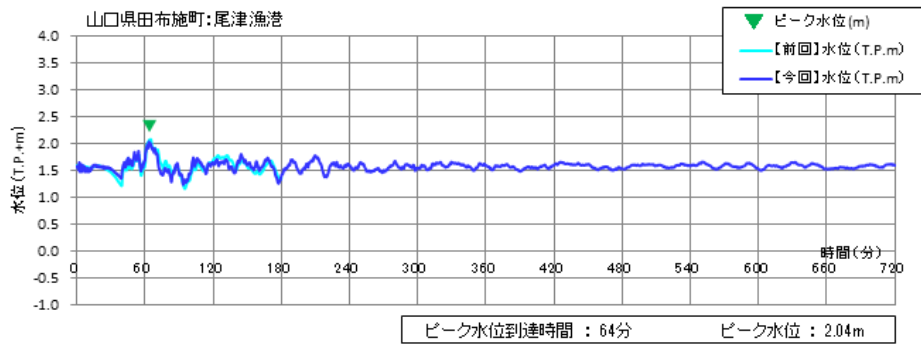
図Ⅲ.1-3-5(4) 主要な港湾・漁港の地点ハイドログラフ(最高津波高ケース)



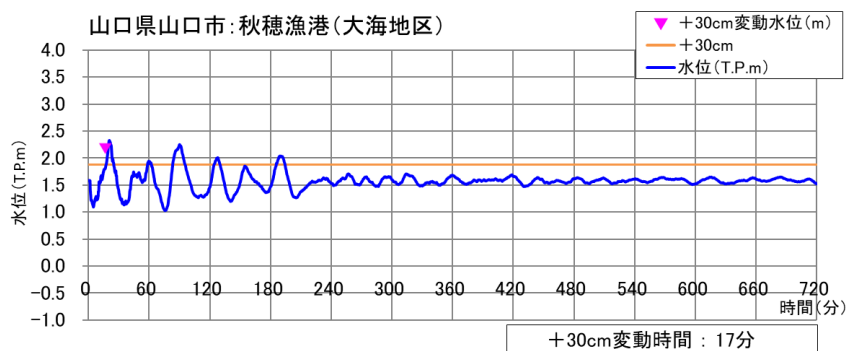
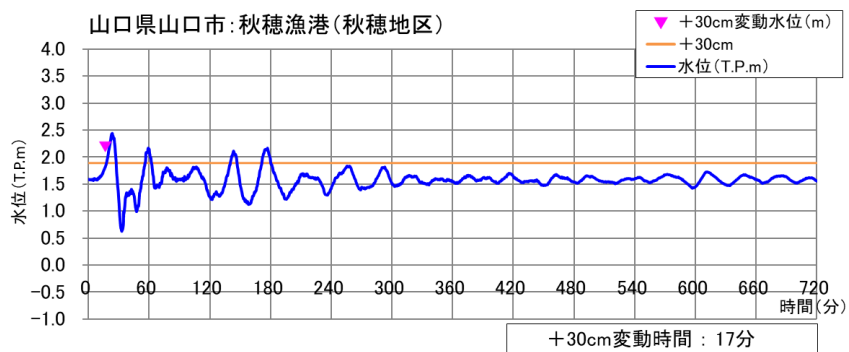
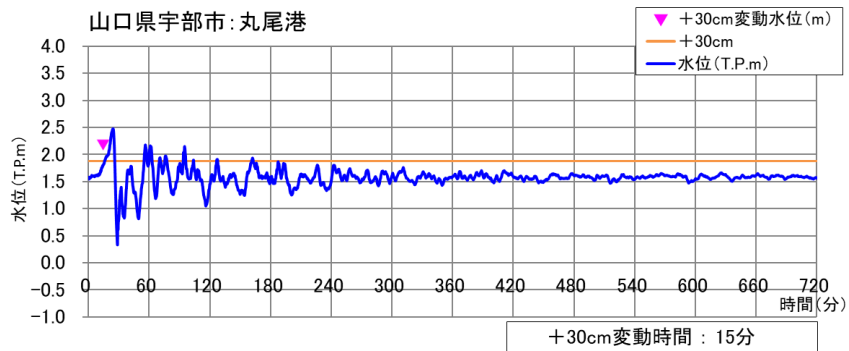
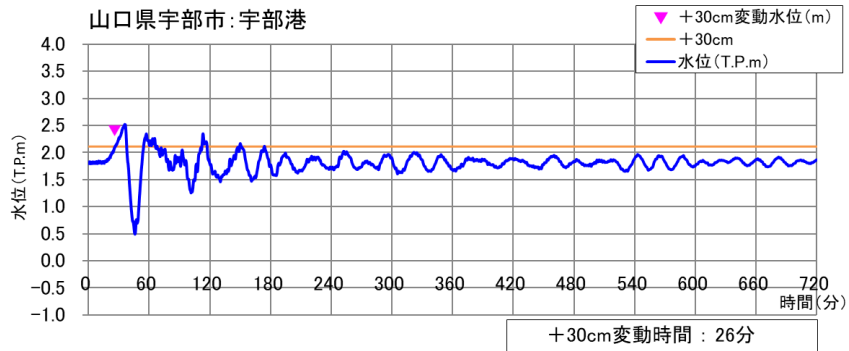
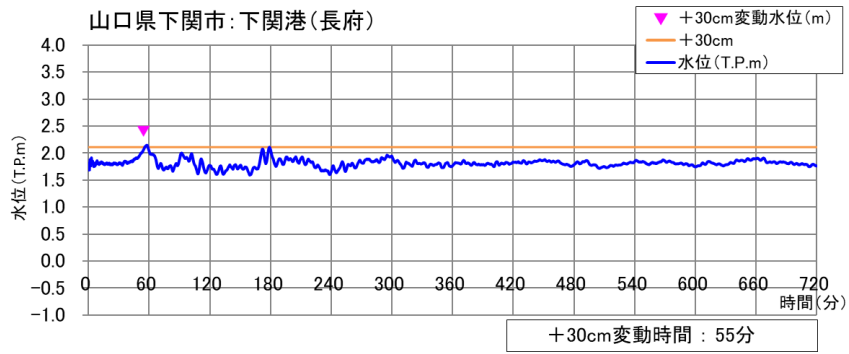
図Ⅲ.1-3-5(5) 主要な港湾・漁港の地点ハイドログラフ(最高津波高ケース)



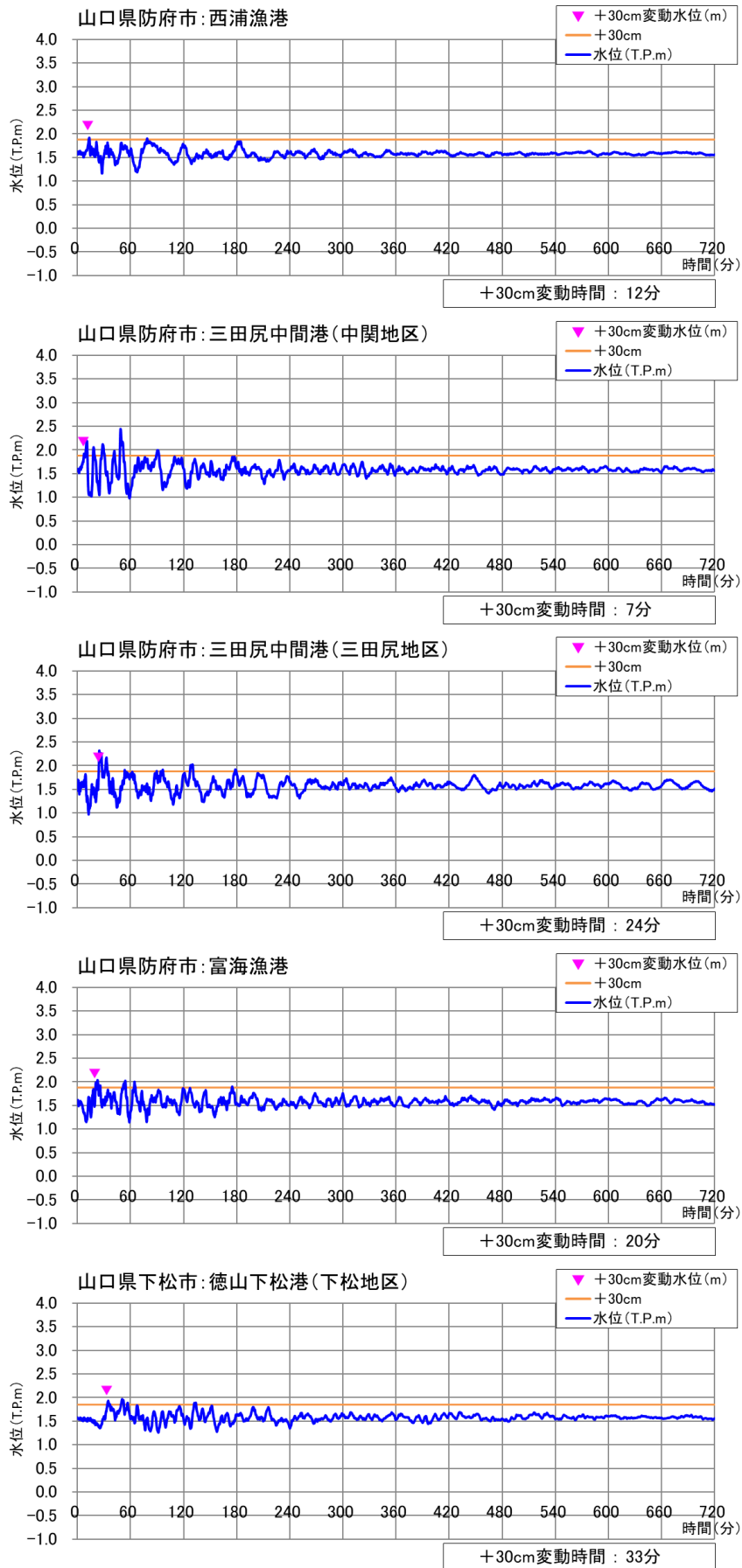
図Ⅲ.1-3-5(6) 主要な港湾・漁港の地点ハイドログラフ(最高津波高ケース)



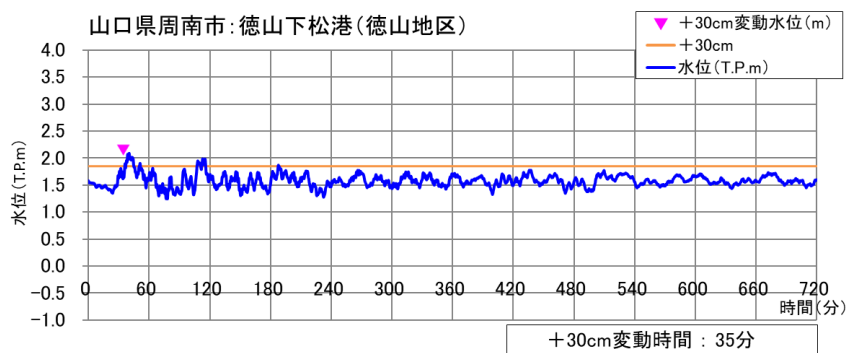
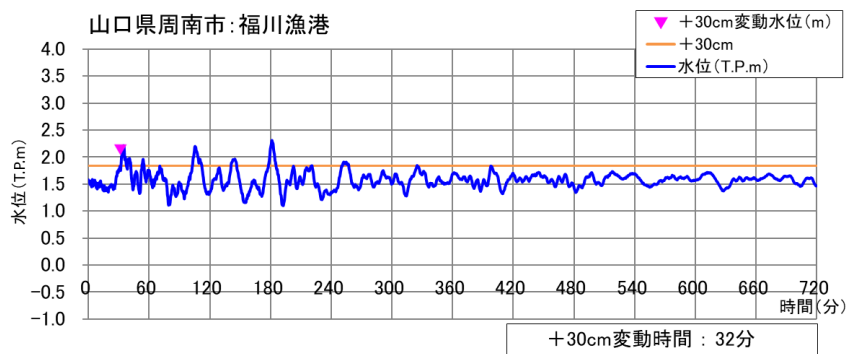
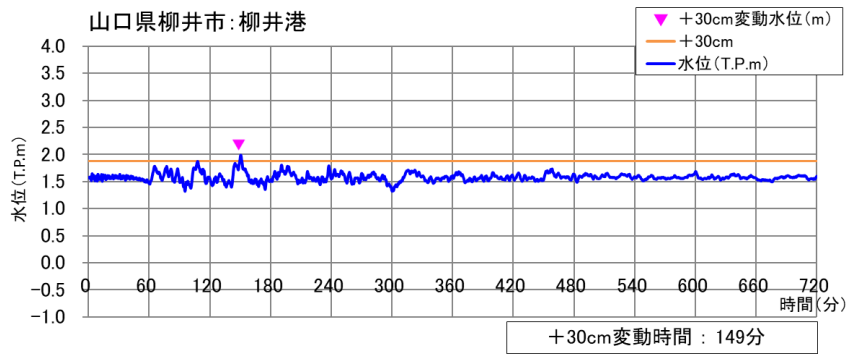
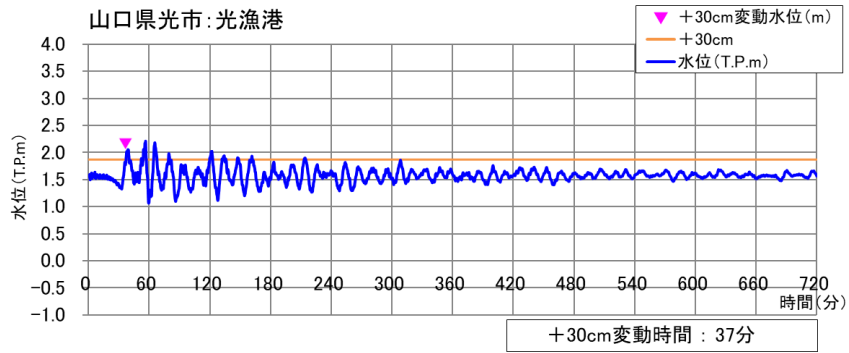
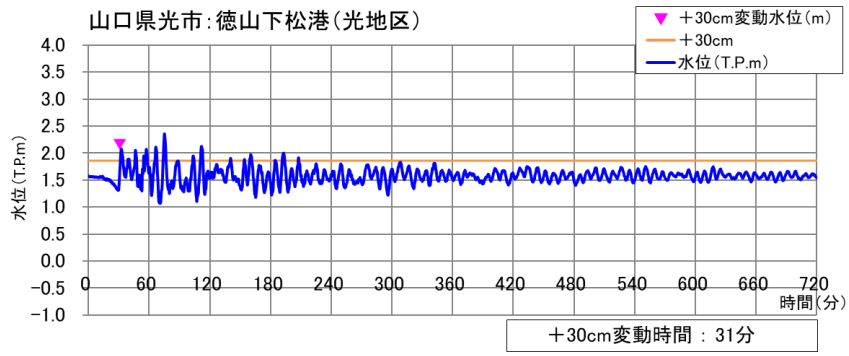
図Ⅲ.1-3-5(7) 主要な港湾・漁港の地点ハイドログラフ(最高津波高ケース)



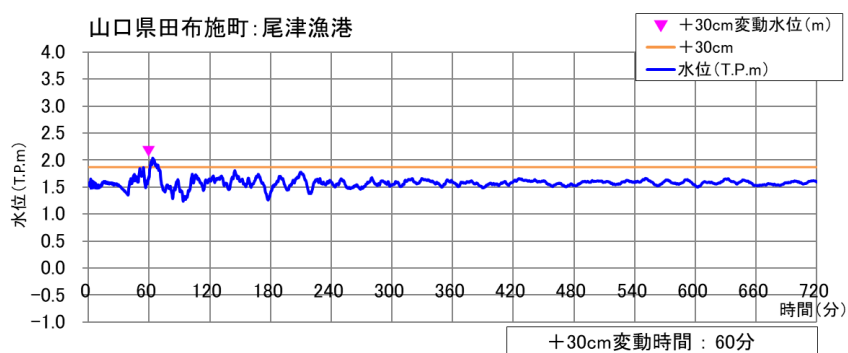
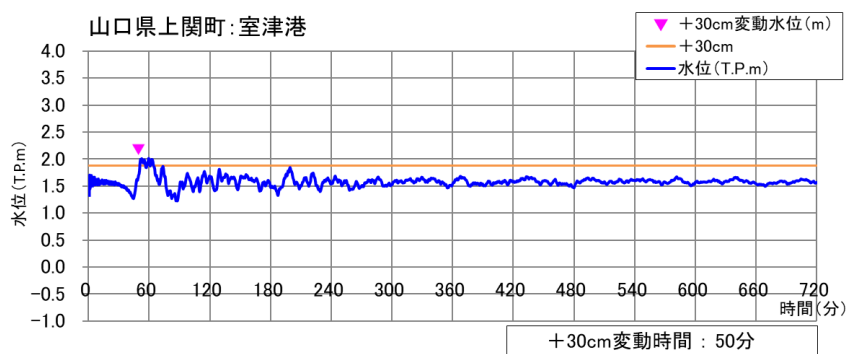
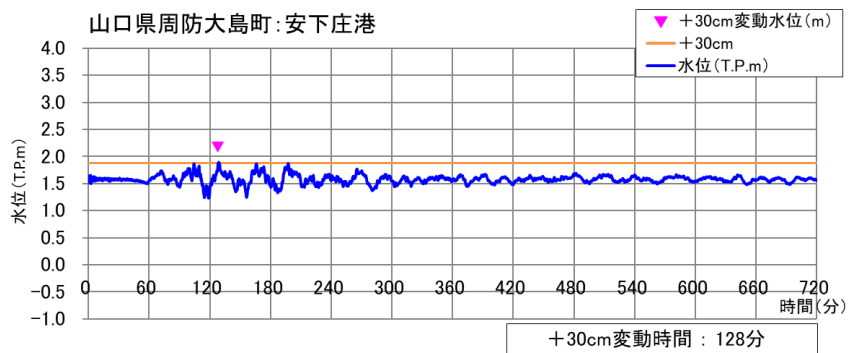
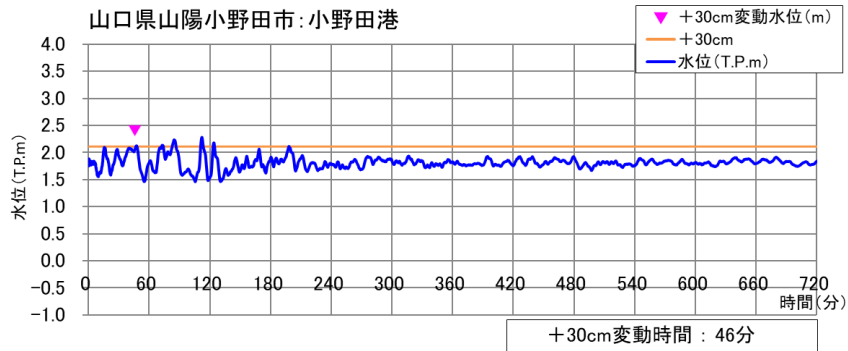
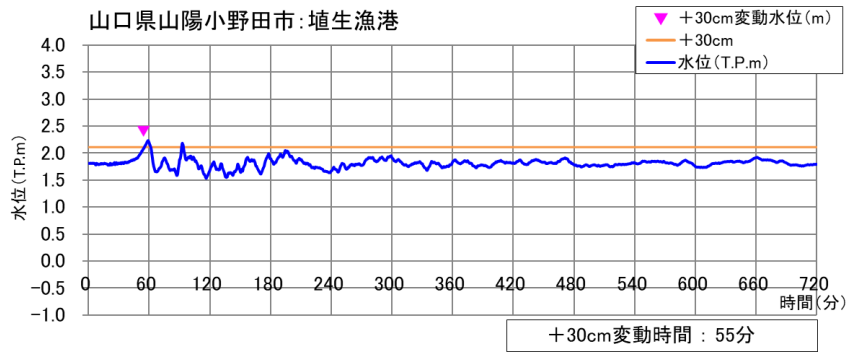
図Ⅲ.1-3-6(1) 主要な港湾・漁港の地点ハイドログラフ(+30cm到達時間ケース)



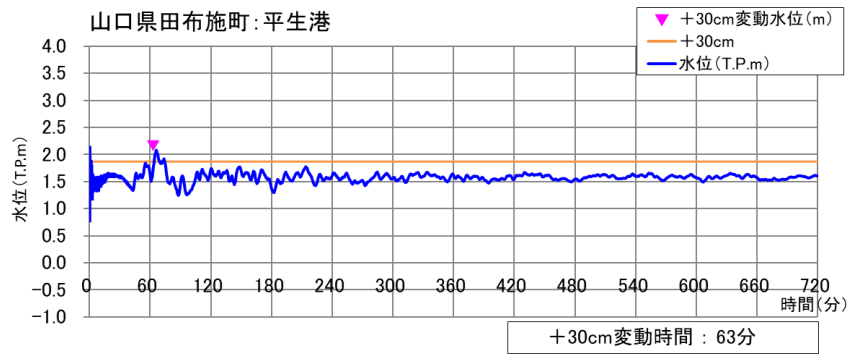
図Ⅲ. 1-3-6 (2) 主要な港湾・漁港の地点ハイドログラフ(+30cm 到達時間ケース)



図Ⅲ.1-3-6(3) 主要な港湾・漁港の地点ハイドログラフ(+30cm到達時間ケース)



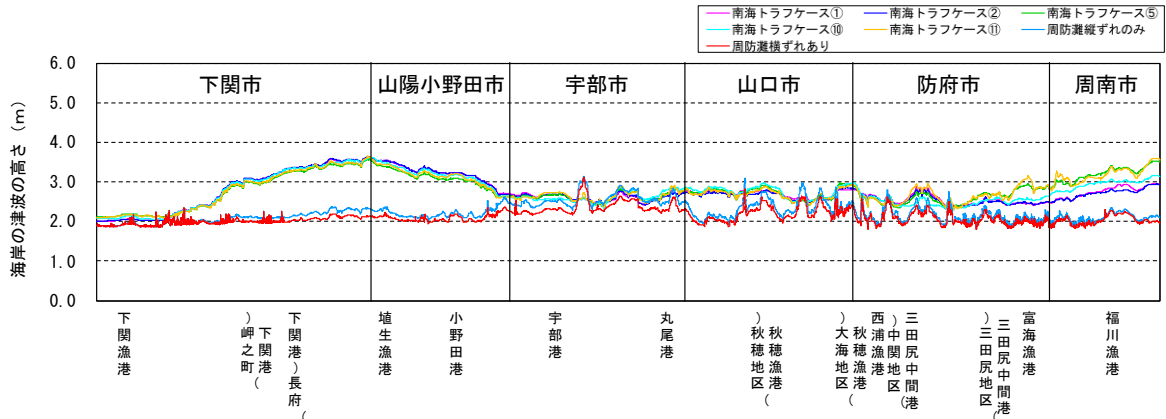
図Ⅲ. 1-3-6(4) 主要な港湾・漁港の地点ハイドログラフ(+30cm 到達時間ケース)



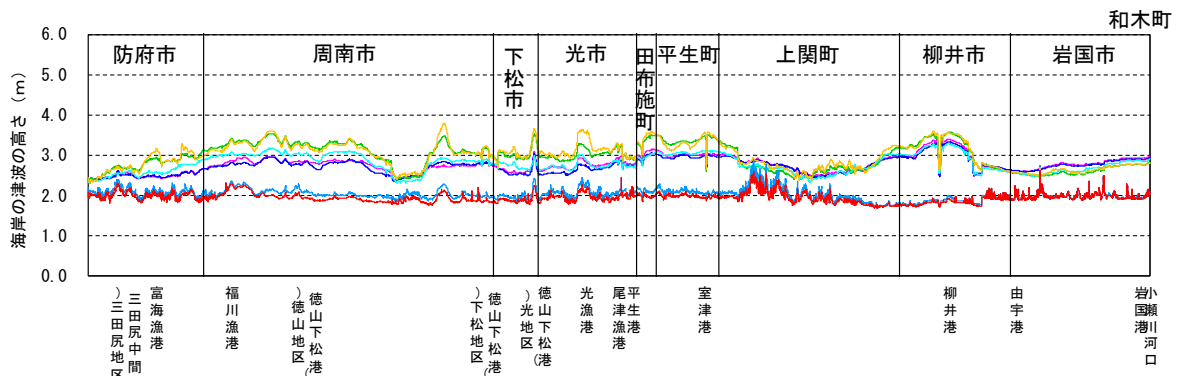
図Ⅲ.1-3-6(5) 主要な港湾・漁港の地点ハイドログラフ(+30cm 到達時間ケース)

③ 沿岸部最高津波水位

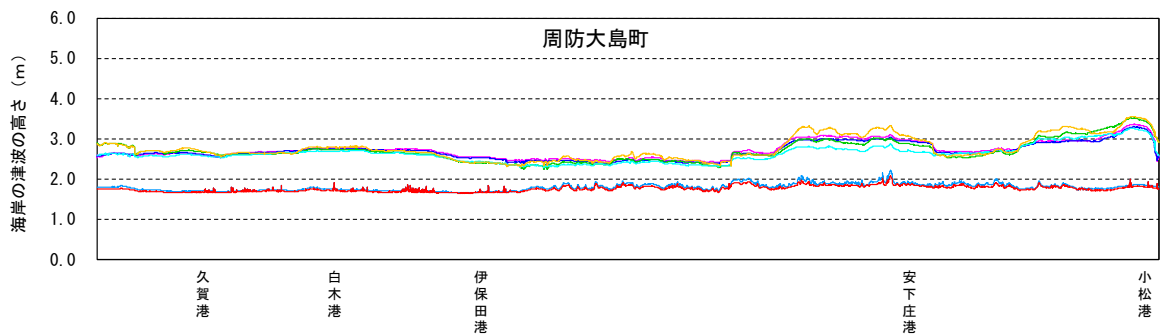
南海トラフ巨大地震による津波水位について、ケース別最大津波高を図Ⅲ.1-3-7～
 図Ⅲ.1-3-9に示す。海岸線に沿った最高津波の水位分布図は、「第Ⅰ編 4.瀬戸内海
 の津波浸水想定 (3) 最高津波水位分布」に示すとおりである。



図Ⅲ.1-3-7 ケース別最大津波高(本州西部)



図Ⅲ.1-3-8 ケース別最大津波高(本州東部)



図Ⅲ.1-3-9 ケース別最大津波高(周防大島)

④ 市町別浸水面積

ア 南海トラフ巨大地震

南海トラフ巨大地震による瀬戸内海沿岸 15 市町の地震後堤防を想定した浸水面積を表Ⅲ.1-3-2 に、現況堤防を想定した浸水面積を表Ⅲ.1-3-3 に示す。ここでは、南海トラフ巨大地震の全 5 ケースの最大包絡を示す。

表Ⅲ.1-3-2 浸水面積（南海トラフ巨大地震、地震後堤防）

市町	浸水深	県推計結果 (ha)					
		1cm以上	30cm以上	1m以上	2m以上	5m以上	10m以上
下関市		658	559	415	226	*	-
宇部市		745	634	386	76	-	-
山口市		1,735	1,564	1,155	490	-	-
防府市		1,136	988	711	328	*	-
下松市		193	122	47	23	-	-
岩国市		1,695	1,486	991	307	*	-
光市		107	79	46	27	-	-
柳井市		519	457	277	79	-	-
周南市		621	483	275	95	-	-
山陽小野田市		934	854	701	447	-	-
周防大島町		549	444	257	96	-	-
和木町		76	66	35	2	-	-
上関町		159	146	111	53	-	-
田布施町		190	162	72	12	-	-
平生町		445	376	198	40	-	-
県計		9,762	8,419	5,677	2,300	*	-

※ 河川等を除いた陸域部の浸水面積で、小数点以下第 1 位を四捨五入。

※ 「県計」は四捨五入の関係で各市町の合計と合わないことがある。

※ 「*」は 1 ha 未満、「-」は浸水なし。

表Ⅲ. 1-3-3 浸水面積（南海トラフ巨大地震、現況堤防）

市町	浸水深					
	県推計結果 (ha)					
	1cm以上	30cm以上	1m以上	2m以上	5m以上	10m以上
下関市	91	41	10	3	-	-
宇部市	116	56	11	1	-	-
山口市	203	163	45	16	-	-
防府市	153	92	40	15	-	-
下松市	104	67	43	23	-	-
岩国市	259	179	61	16	-	-
光市	97	75	46	26	-	-
柳井市	457	394	225	65	-	-
周南市	351	233	107	45	-	-
山陽小野田市	176	108	17	5	-	-
周防大島町	397	323	187	78	-	-
和木町	1	*	*	*	-	-
上関町	151	141	110	52	-	-
田布施町	126	95	34	9	-	-
平生町	334	264	126	21	-	-
県計	3,015	2,231	1,063	374	-	-

※ 河川等を除いた陸域部の浸水面積で、小数点以下第1位を四捨五入。

※ 「県計」は四捨五入の関係で各市町の合計と合わないことがある。

※ 「*」は1ha未満、「-」は浸水なし。

イ 周防灘断層帯主部の地震

周防灘断層帯主部の地震による瀬戸内海沿岸 15 市町の地震後堤防を想定した浸水面積を表Ⅲ.1-3-4 に、現況堤防を想定した浸水面積を表Ⅲ.1-3-5 に示す。ここでは、縦ずれのみ及び横ずれありの 2 ケースの最大包絡を示す。

表Ⅲ.1-3-4 浸水面積（周防灘断層帯主部の地震、地震後堤防）

市町	県推計結果 (ha)					
	1cm以上	30cm以上	1m以上	2m以上	5m以上	10m以上
下関市	267	238	128	38	*	-
宇部市	496	401	147	22	-	-
山口市	1,319	1,177	713	128	-	-
防府市	761	681	437	127	*	-
下松市	48	43	30	1	-	-
岩国市	996	820	366	127	*	-
光市	45	40	28	2	-	-
柳井市	238	199	87	3	-	-
周南市	246	205	97	4	-	-
山陽小野田市	686	625	459	148	-	-
周防大島町	183	159	93	5	-	-
和木町	30	22	1	0	-	-
上関町	111	102	76	17	-	-
田布施町	60	42	10	0	-	-
平生町	192	141	58	2	-	-
県計	5,678	4,895	2,730	626	*	-

※ 河川等を除いた陸域部の浸水面積で、小数点以下第 1 位を四捨五入。

※ 「県計」は四捨五入の関係で各市町の合計と合わないことがある。

※ 「*」は 1 ha 未満、「-」は浸水なし。

表Ⅲ. 1-3-5 浸水面積（周防灘断層帯主部の地震、現況堤防）

市町	浸水深					
	県推計結果 (ha)					
	1cm以上	30cm以上	1m以上	2m以上	5m以上	10m以上
下関市	12	8	2	*	-	-
宇部市	43	24	8	*	-	-
山口市	38	28	10	1	-	-
防府市	53	43	27	7	-	-
下松市	44	41	29	1	-	-
岩国市	43	32	18	*	-	-
光市	42	37	26	2	-	-
柳井市	100	68	35	1	-	-
周南市	88	77	45	2	-	-
山陽小野田市	14	10	5	1	-	-
周防大島町	145	128	76	1	-	-
和木町	*	*	*	-	-	-
上関町	107	98	73	17	-	-
田布施町	15	12	7	*	-	-
平生町	20	18	13	1	-	-
県計	764	626	373	34	-	-

※ 河川等を除いた陸域部の浸水面積で、小数点以下第1位を四捨五入。

※ 「県計」は四捨五入の関係で各市町の合計と合わないことがある。

※ 「*」は1ha未満、「-」は浸水なし。

ウ 最大包絡（南海トラフ巨大地震+周防灘断層帯主部の地震）

瀬戸内海沿岸 15 市町の浸水面積を、令和 7 年 3 月に公表された内閣府の公表値（県単位で浸水面積が最大となるケース 11）と併せて、現況堤防を想定した浸水面積を表Ⅲ.1-3-6 に示す。地震後堤防を想定した浸水面積は、「第Ⅰ編 4.瀬戸内海の津波浸水想定（5）浸水面積」に示すとおりである。

なお、県推計の浸水深、南海トラフの巨大地震（5 ケース）及び周防灘断層帯主部（縦ずれのみ、横ずれあり）の最大包絡を示す。

表Ⅲ.1-3-6 浸水面積（最大包絡、現況堤防）

市町	浸水深	県推計結果 (ha)						内閣府 (R7.3) (ha)					
		1cm以上	30cm以上	1m以上	2m以上	5m以上	10m以上	1cm以上	30cm以上	1m以上	2m以上	5m以上	10m以上
下関市		91	41	10	3	-	-	430	310	110	20	*	-
宇部市		117	56	11	1	-	-	110	50	20	*	-	-
山口市		203	163	46	16	-	-	210	130	60	20	-	-
防府市		157	95	42	17	-	-	210	140	70	40	-	-
下松市		104	67	43	23	-	-	100	80	50	30	-	-
岩国市		259	179	61	16	-	-	100	90	60	20	-	-
光市		97	75	46	26	-	-	110	90	60	30	-	-
柳井市		457	394	225	65	-	-	500	430	220	90	-	-
周南市		351	233	107	45	-	-	460	330	130	50	-	-
山陽小野田市		176	108	17	5	-	-	50	50	20	10	-	-
周防大島町		397	323	187	78	-	-	370	310	200	90	-	-
和木町		1	*	*	*	-	-	*	*	-	-	-	-
上関町		152	142	111	54	-	-	170	160	130	60	-	-
田布施町		126	95	34	9	-	-	140	110	40	10	-	-
平生町		334	264	126	21	-	-	170	140	70	20	-	-
県計		3,021	2,235	1,067	378	-	-	3,150	2,420	1,240	510	*	-

※ 河川等を除いた陸域部の浸水面積で、小数点以下第 1 位を四捨五入。

※ 「県計」は四捨五入の関係で各市町の合計と合わないことがある。

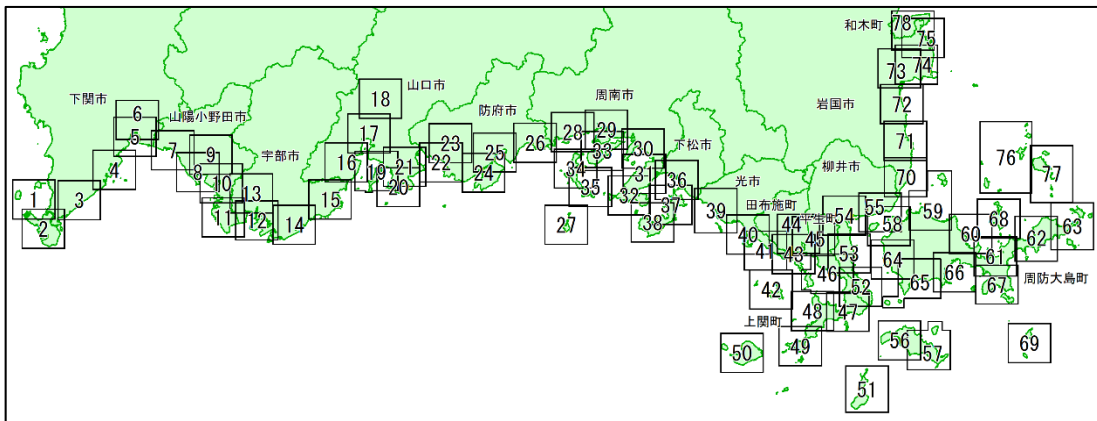
※ 県推計結果の「*」は 1ha 未満、「-」は浸水なし。

※ 内閣府公表値は 10ha 単位、「*」は 10ha 未満、「-」は浸水なし。

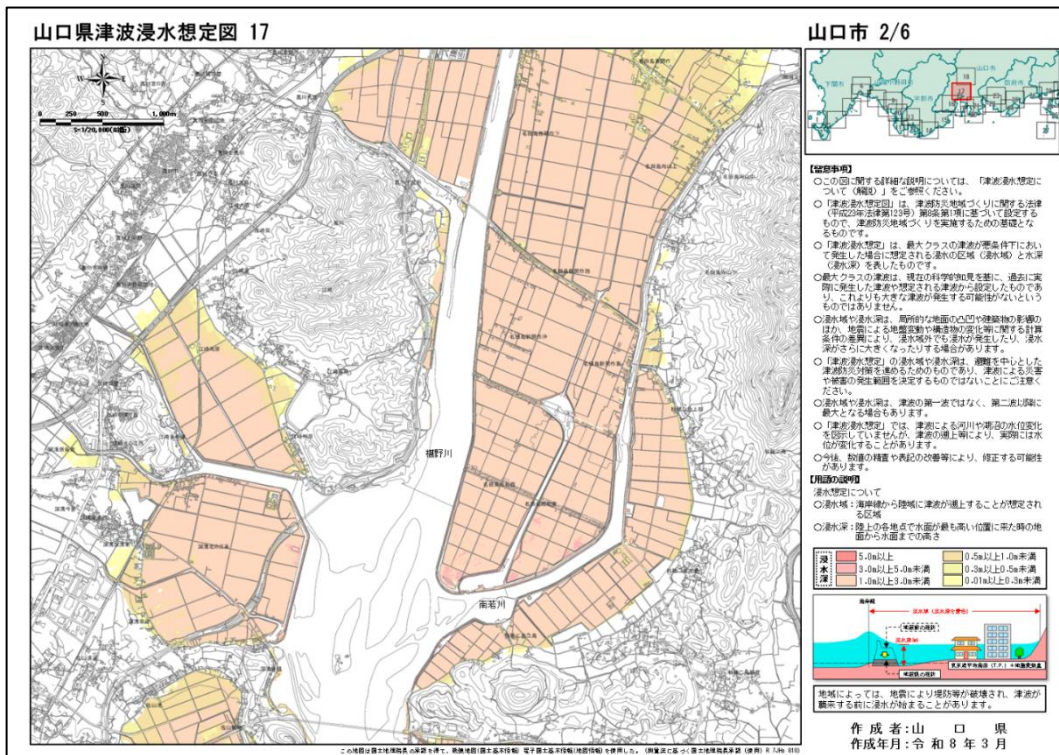
⑤ 津波浸水シミュレーション結果の出力

津波浸水シミュレーション結果を基に、津波浸水想定区域図を作成し、出力を行った。地震後堤防を想定した計算結果、及び現況堤防を想定した計算結果の2ケースを公表様式としてA1サイズ(S=1/10,000)で出力した。地震後堤防を想定した計算結果は「津波浸水想定の手引き」に則り、悪条件下を想定した津波浸水想定区域図として作成した。一方、現況堤防を想定した計算結果は、地震により堤防が破壊しない場合を想定した参考図として作成した。

浸水想定区域図公表様式の作成範囲を図Ⅲ.1-3-10に、地震後堤防による結果の作成様式を山口県浸水想定区域図17(山口市2/6)例として図Ⅲ.1-3-11に示す。



図Ⅲ.1-3-10 津波浸水想定区域図公表様式 出力レイアウト



図Ⅲ.1-3-11 津波浸水想定区域図公表様式 17(山口市2/6)

2. 地震動・地盤災害

(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、次頁の設定フローに示すように、「山口県地震被害想定調査報告書（平成 20 年 3 月）¹⁰（以下、「前々回調査」という）」で収集してデータベース化されたボーリングデータと前回調査¹¹において追加収集されたボーリングデータから設定されたモデルをベースに、本調査で追加収集したボーリングデータによる更新を行う。

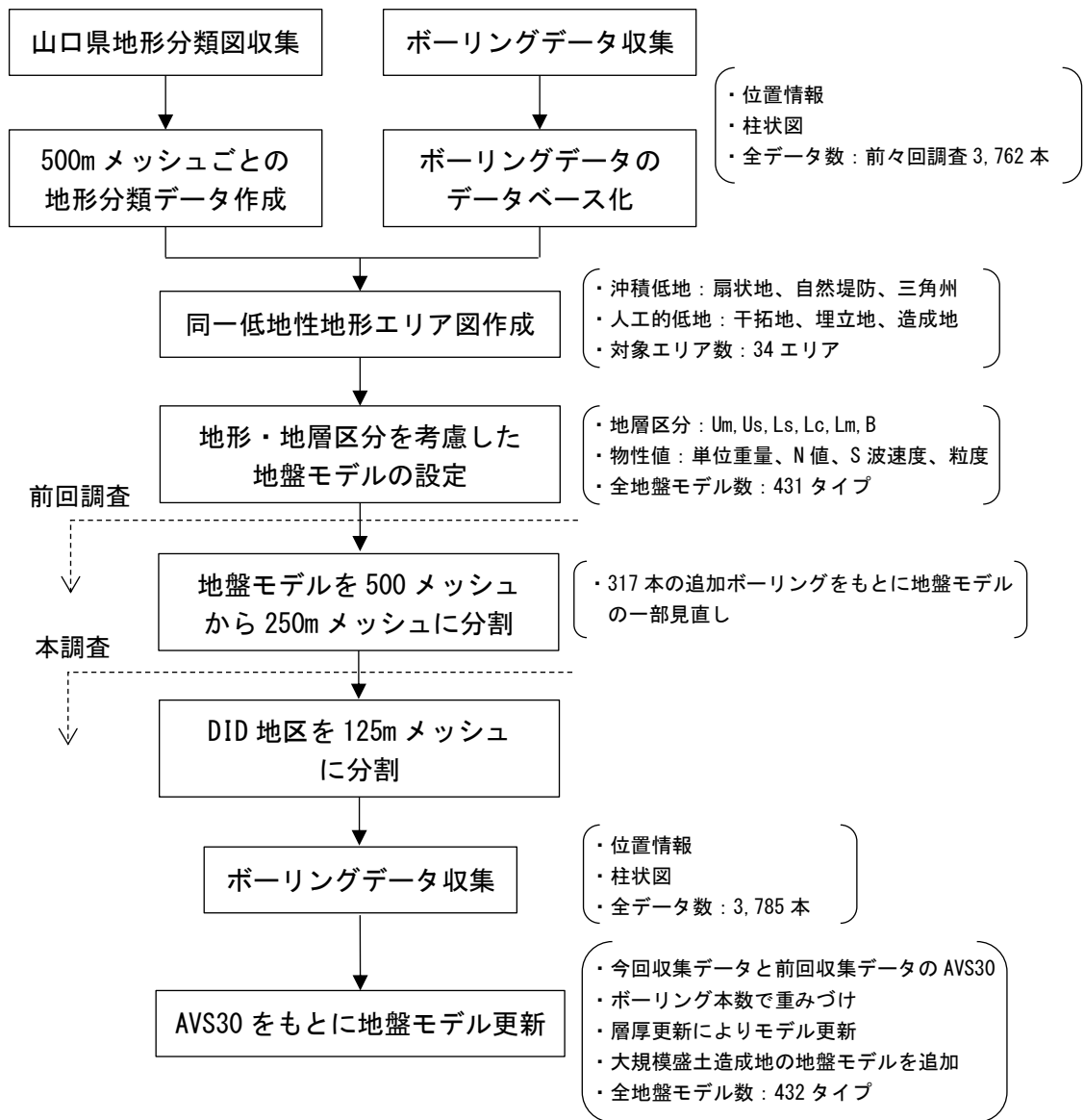
地震動、液状化の想定に必要な「表層地盤モデル」は、前々回調査において県内の市町と県が所有するボーリングデータを収集し、利用可能な 3,762 本をデータベース化し、地形分類図と地質断面図をもとに 431 種類作成している。前回調査において、地形分類が 500m メッシュから 250m メッシュに分割され、さらに追加収集された 317 本のボーリングデータをもとに浅部地盤モデルが見直された。

内閣府の南海トラフ巨大地震の地表面震度分布が、ボーリングデータのあるメッシュは AVS30（地表より地下 30m までの平均 S 波速度）により、ボーリングデータの無いメッシュは微地形区分により地盤増幅率を求めており、AVS30 が地表面震度に大きな影響を与えると考えられることから、本調査における地盤モデルの更新は、AVS30 をもとに行う。具体的には、前回調査で使用した地盤モデルの AVS30 と本調査で収集したボーリングデータの各深度での平均 VS をもとに算出した AVS30 より、地盤モデルの更新を行う。収集したボーリング位置については「第Ⅱ編 資料編」に示す。

また、大規模盛土造成地に指定されている箇所（1,009 箇所）については、今回調査で収集した大規模盛土造成地カルテをもとに、新規に地盤モデルを設定した。地盤モデルにおける盛土厚さは、盛土厚さが既知のデータの平均盛土厚さから設定した。

一方、「深部地盤モデル」は、地震調査研究推進本部の地震調査委員会により内閣府（2025a）³において公表された「全国 1 次地下構造モデル（暫定版）」とする。

「表層地盤モデル」は、メッシュごと（250m メッシュ、DID 地区は 125m メッシュ）に設定した（山口県内 109,351 メッシュ）。ただし、メッシュごとに個別に設定するのではなく、地域－地形分類ごとにグルーピングした地盤モデルを各メッシュに割り当てる。DID 地区の位置図については「第Ⅱ編 資料編」に示す。



図Ⅲ.2-1-1 「表層地盤モデル」の設定フロー

⑥ 地形分類（前回調査地盤モデル）

- ・ 山口県の地形分類図をもとに、地形分類を各 500m メッシュに割り当てる。
- ・ 割り当てた地形分類図をもとに、対象エリアのボーリングを地形ごとに分類する。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。

表Ⅲ. 2-1-1 地形分類ごとのメッシュ数

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

⑦ 地層区分（前回調査地盤モデル）

- ・ 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－地層ごと（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。
- ・ 地盤ごとの層厚は 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。

表Ⅲ. 2-1-2 地形分類ごとの地盤モデル数

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

⑧ 単位体積重量（前回調査地盤モデル）

- ・道路橋示方書の土質分類に応じた一般値を用いる。

⑨ N 値（前回調査地盤モデル）

- ・代表的なボーリングデータから、各層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。

⑩ S 波速度（前回調査地盤モデル）

- ・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。

⑪ 工学的基盤（前回調査地盤モデル）

- ・工学的基盤は、Lm または B 層とする。

⑫ 粒度（前回調査地盤モデル）

- ・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（地層ごと）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。

⑬ 地下水位（前回調査地盤モデル）

- ・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。

⑭ ひずみ依存曲線

- ・地盤応答計算プログラムは Dyneq 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、地層ごと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

⑮ 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。
- ・本調査で新たに設定した大規模盛土造成地の半角ローマ字2文字で表し、DM とする。
- ・地形は、1～9の数字で表すものとし、下表に従う。

表Ⅲ. 2-1-3 地盤モデル番号の設定

■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

想定地震の規模、震源からの距離、地盤条件等を基に、125m または 250m メッシュごとの震度分布を次の手順で想定した。

① 地震動予測の概要

震源から射出された地震波は、地殻を伝播していわゆる地震基盤に到達し、地表近くにおける地盤での増幅現象によって変形され、地表において地震動として観測される。地震動を予測するにあたっては、それらの特性の組み合わせを次のように表現することができる。

$$\text{地表地震動} = \text{震源の特性} \times \text{伝播経路の特性} \times \text{地盤の応答特性}$$

地震動の大小を左右する震源の特性としては、マグニチュードに代表される地震規模と震源の位置（範囲、深さ）がまず挙げられる。また、近年の地震研究により、震源断層の破壊過程（破壊方向や破壊速度など）が空間的な地震動分布に与える影響や、震源断層の中でも強震動生成域と呼ばれる領域が存在し、特に震源近傍において著しく強い地震動を発生させる現象などが解明されており、それらの特性を考慮する予測手法が研究されている。

また、震源から各地点までの地中における地震動の伝播経路が、一様な岩盤であると見なせば、距離に応じた減衰を考慮することにより伝播特性を把握できるが、最近の研究によって日本の深部地盤構造が明らかになりつつあり、異常震域などの地質的地域特性を評価することも可能になってきている。

さらに、平野部や山間低地などに代表される軟弱な地盤における地震動の増幅程度が、地域の揺れに大きく影響するため、各地の地盤特性を詳細に把握した上で、応答特性を評価することが重要である。

本調査では、これらの特性を考慮できるように、地震動の予測を次の手順で行った。

ア 断層モデルの設定

国の研究等に基づき、地震規模、破壊過程、強震動生成域などに関する断層パラメータを設定した。

イ 地盤モデルの設定

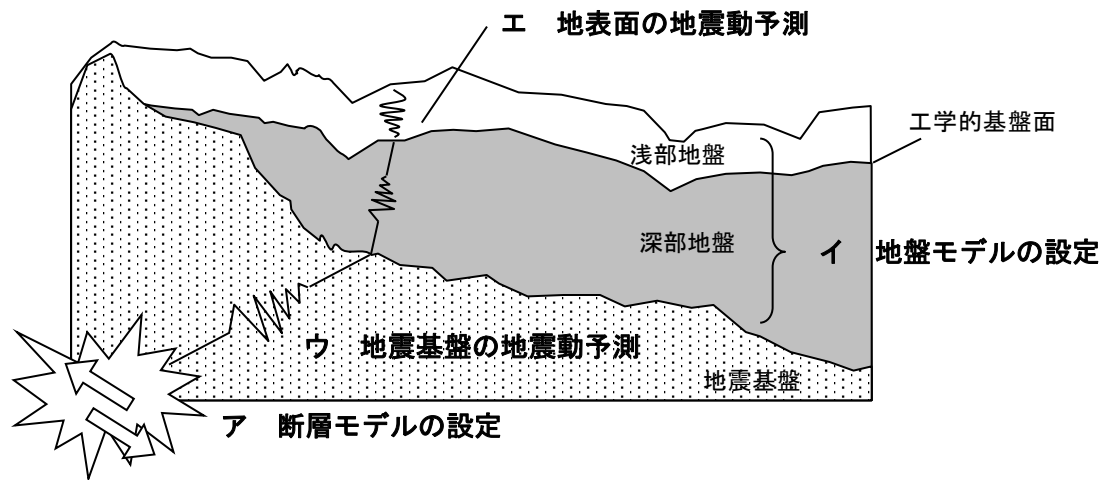
「(1) 地盤モデルの設定」で設定した地盤モデルを設定した。

ウ 地震基盤の地震動予測

震源断層の破壊過程や強震動生成域等を考慮してグリーン関数を用いた計算手法により、地震基盤の地震動予測を行った。

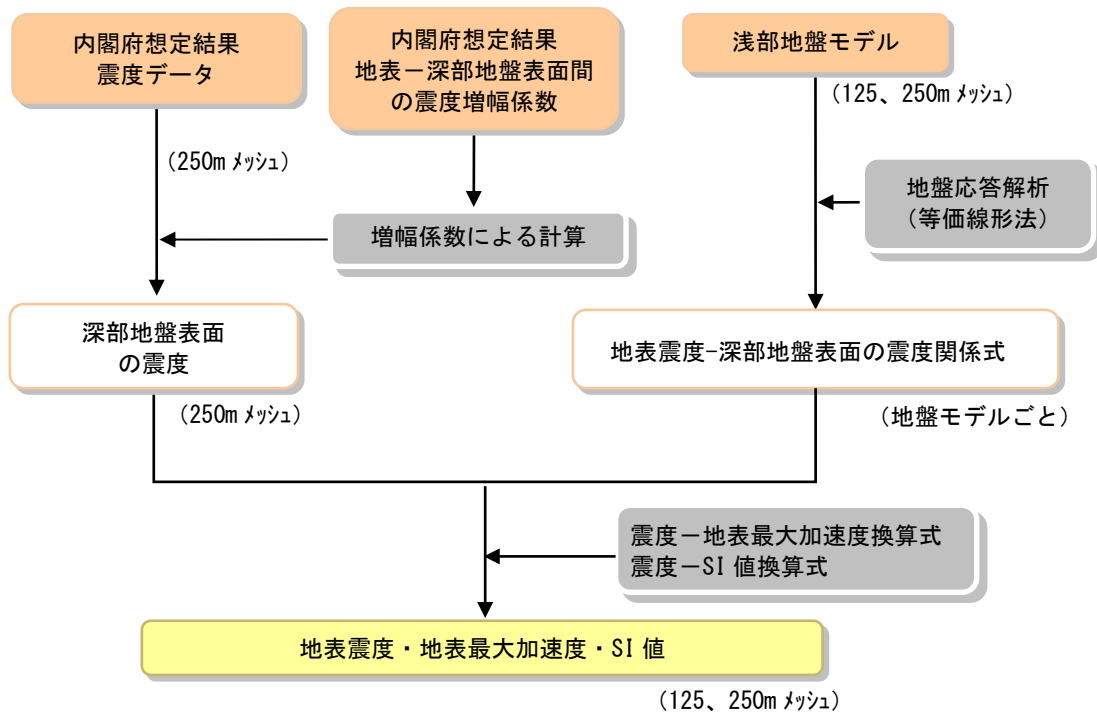
エ 地表面の地震動予測

県内の深部地盤及び浅部地盤を設定し、地盤の応答特性を考慮した計算手法 Dyneq (吉田望 : DYNEQ A computer program for DyNamic response analysis of level ground by EQuivalent linear method Veision4.01(April2020)) により地表面の地震動を予測した。この時、地盤のひずみ依存曲線を考慮した解析(非線形)と考慮しない解析(線形)を実施し、メッシュごとに計測震度が大きくなるケースの結果を採用した。

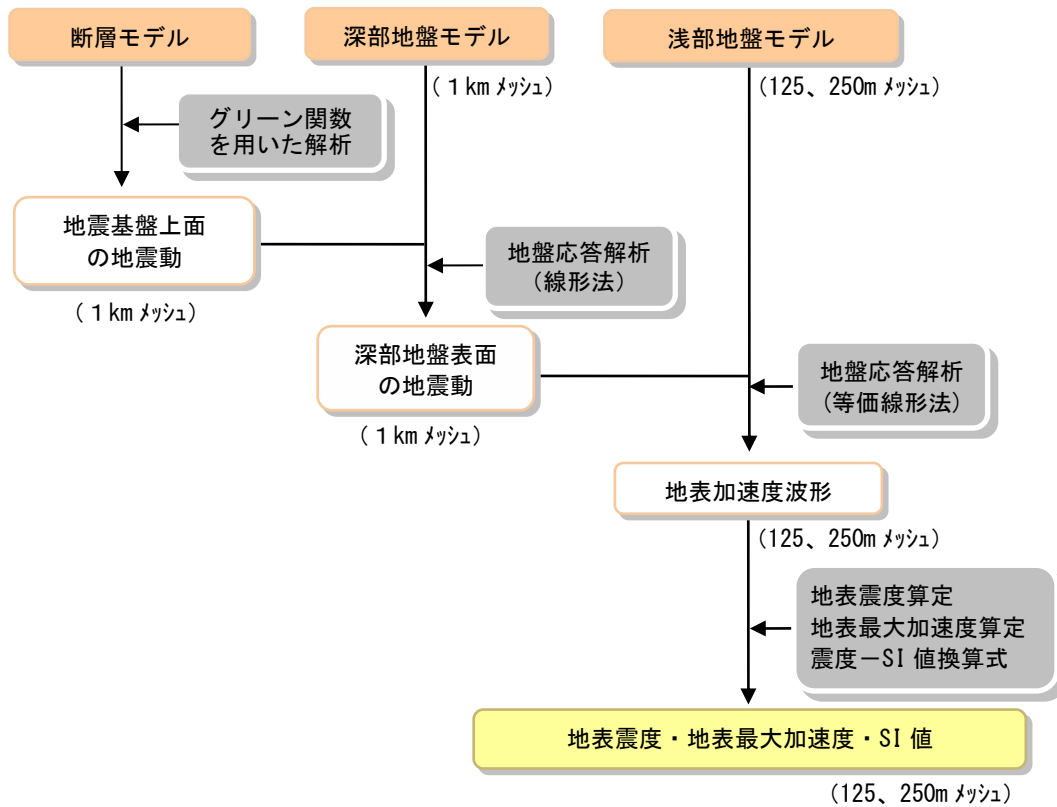


図Ⅲ.2-2-1 地震動予測の概念

なお、南海トラフ巨大地震については、内閣府(2025a)³の提供データにおいて、地表面の地震動及び浅部地盤の増幅係数が示されているため、これらを参考として、山口県の地盤特性を加味した震度予測を行った。



図Ⅲ. 2-2-2 地震動予測の流れ (南海トラフ)



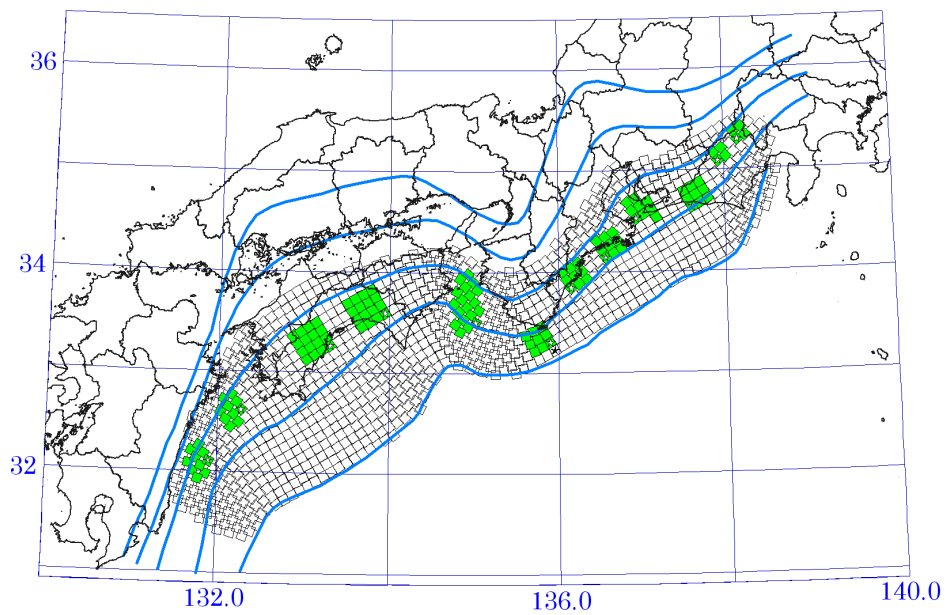
図Ⅲ. 2-2-3 地震動予測の流れ (周防灘断層帯)

② 強震断層モデルの設定

ア 南海トラフ巨大地震

南海トラフ巨大地震については、内閣府（2025a）³ が示した「陸側ケース」の強震断層モデルの地震動の想定を行った。

- ・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（プレート境界面の深い側）の場所に設定したもの



図Ⅲ. 2-2-4 強震動生成域の設定（陸側ケース）³

表Ⅲ. 2-2-1 強震断層モデルのパラメータ一覧（陸側ケース）³

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
そのほか	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

イ 周防灘断層帯による地震

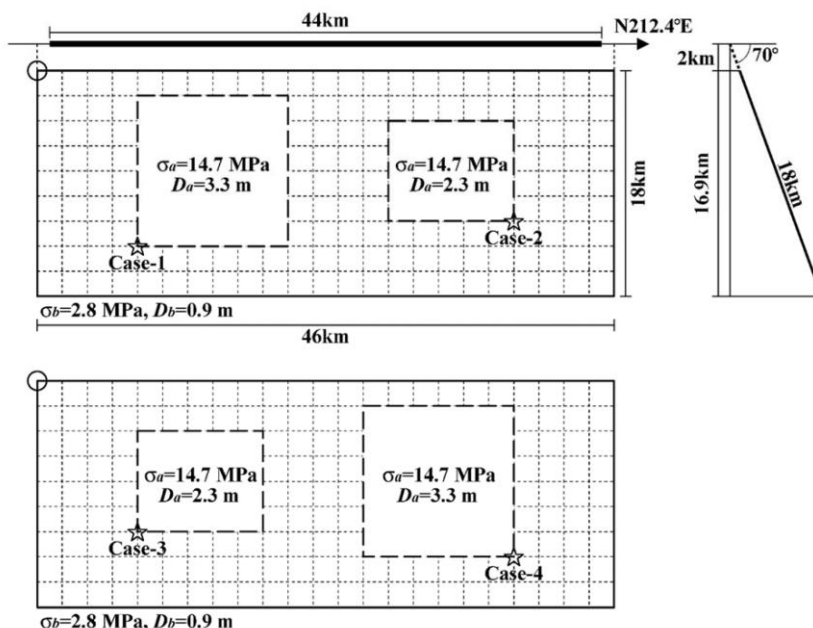
周防灘断層帯による地震については、既往の調査、研究結果を踏まえて断層パラメータを設定する。

震源断層の基本的な諸元は、地震調査研究推進本部(2016)⁴による長期評価(以下、「長期評価」という。)、地震調査研究推進本部(2020)¹²による全国地震動予測地図2020年版(以下、「全国地震動予測地図」という。)に示される値を参考に設定した。また、各種の断層パラメータについては、地震調査研究推進本部(2020)¹²による震源断層を特定した地震の強震動予測手法(以下、「レシピ」という。)などを参考に設定する。

地震調査研究推進本部(2020)¹²の長期評価によると、周防灘断層帯は周防灘断層帯主部区間と秋穂沖断層区間に2区分されている。同評価によると、それぞれが1つの区間として活動してきた可能性があることとされていることから、2区間が同時に破壊する連動は考慮しないものとする。断層パラメータは、J-SHISが公開する断層パラメータを用いるものとし、同パラメータは、アスペリティの形状及び破壊開始点を変化させた複数ケースが提示されており、周防灘断層帯主部区間は4ケース、秋穂沖断層区間は2ケース提示されている。J-SHISが公開している250mメッシュの震度分布を用いて、震度5強以上の曝露人口を算定し、結果として曝露人口が最大となる周防灘断層帯主部区間Case-2を採用する。

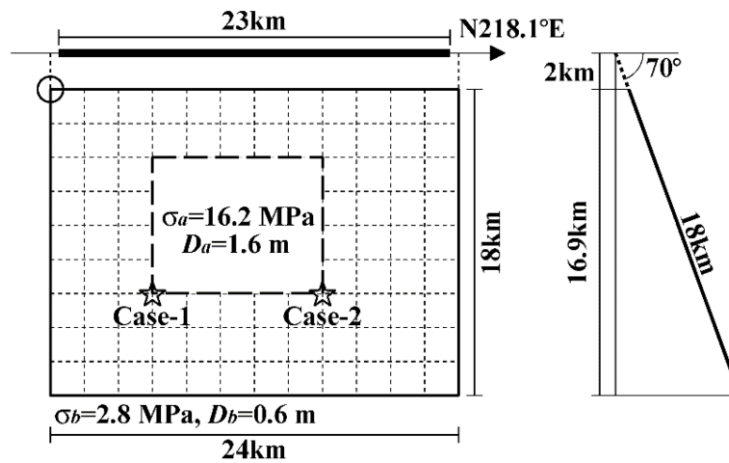
表Ⅲ. 2-2-2 断層パラメータ：周防灘断層帯主部区間

巨視的震源パラメータ		「長期評価」または設定方法	設定値
断層長さ L [km]		「約44km」	44
地震規模 M		$M = \{\log(L) + 2.9\} / 0.6$	7.6
地震モーメント M_0 [Nm]		$\log M_0 = 1.17 \cdot M + 10.72$	3.80E+19
モーメントマグニチュード M_w		$M_w = \{\log(M_0) - 9.1\} / 1.5$	7.0
断層モデル原点(地中) [°N]		地中における端	34.019
断層モデル原点(地中) [°E]			131.673
走向 θ [度]		長期評価の端点を結んだ方向	212.4
傾斜角 δ [度]		長期評価に基づく	70
すべり角 ϵ [度]		「右横ずれ断層」	180
地震発生層上限深さ H_s [km]		地震基盤と2kmの深い方	2
地震発生層下限深さ H_d [km]		長期評価に基づく	20
断層モデル上端深さ D_{top} [km]		$D_{top} = H_s$	2
断層モデル長さ L_{model} [km]		「レシビ」の(イ)の手順に従う	46
断層モデル幅 W_{model} [km]		「レシビ」の(イ)の手順に従う	18
断層モデル面積 S_{model} [km ²]		$S_{model} = L_{model} \times W_{model}$	828
静的平均応力降下量 $\Delta\sigma$ [MPa]		$\Delta\sigma = 7/16 \cdot (M_0 / R^3), R = (S_{model}/\pi)^{1/2}$	3.9
平均滑り量 D [m]		$D = M_0 / (\mu \cdot S_{model})$	1.5
微視的震源パラメータ		設定方法	ケース1~4
短周期レベル A [Nm/s ²]		$A = 2.46 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$	1.78E+19
全 ア ス ペ リ テ イ	面積 S_a [km ²]	$S_a = \pi r^2, r = (7\pi/4) \cdot \{M_0 / (A \cdot R)\} \cdot \beta^2$	218.9
	実効応力 σ_a [MPa]	$\sigma_a = \Delta\sigma_a = (S / S_a) \cdot \Delta\sigma$	14.7
	平均すべり量 D_a [m]	$D_a = \gamma_D \cdot D, \gamma_D = 2.0$	2.9
	地震モーメント M_{0a} [Nm]	$M_{0a} = \mu \cdot D_a \cdot S_a$	2.01E+19
ア ス ペ リ テ イ	面積 S_{a1} [km ²]	$S_{a1} = S_a \cdot (2/3)$	146.0
	実効応力 σ_{a1} [MPa]	$\sigma_{a1} = \sigma_a$	14.7
	平均すべり量 D_{a1} [m]	$D_{a1} = (\gamma_1 / \Sigma \gamma_i^3) \cdot D_a$	3.3
	地震モーメント M_{0a1} [Nm]	$M_{0a1} = \mu \cdot D_{a1} \cdot S_{a1}$	1.48.E+19
計算用面積 $L_{a1} \times W_{a1}$ [km×km]		2kmメッシュサイズ	12 × 12
ア ス ペ リ テ イ	面積 S_{a2} [km ²]	$S_{a2} = S_a \cdot (1/3)$	73.0
	実効応力 σ_{a2} [MPa]	$\sigma_{a2} = \sigma_a$	14.7
	平均すべり量 D_{a2} [m]	$D_{a2} = (\gamma_2 / \Sigma \gamma_i^3) \cdot D_a$	2.3
	地震モーメント M_{0a2} [Nm]	$M_{0a2} = \mu \cdot D_{a2} \cdot S_{a2}$	5.25.E+18
計算用面積 $L_{a2} \times W_{a2}$ [km×km]		2kmメッシュサイズ	10 × 8
背 景 領 域	面積 S_b [km ²]	$S_b = S_{model} - S_a$	609.1
	実効応力 σ_b [MPa]	$\sigma_b = (D_b/W_b) \cdot (\pi^{1/2} / D_a) \cdot r \cdot \Sigma \gamma_i^3 \cdot \sigma_a$	2.8
	平均すべり量 D_b [m]	$D_b = M_{0b} / (\mu \cdot S_b)$	0.9
	地震モーメント M_{0b} [Nm]	$M_{0b} = M_0 - M_{0a}$	1.79E+19



表Ⅲ. 2-2-3 断層パラメータ：周防灘断層帯秋穂沖断層区間

巨視的震源パラメータ		「長期評価」または設定方法	設定値
断層長さ L [km]		「約23km」	23
地震規模 M		$M = \{\log(L) + 2.9\} / 0.6$	7.1
地震モーメント M_0 [Nm]		$\log M_0 = 1.17 \cdot M + 10.72$	1.07E+19
モーメントマグニチュード M_w		$M_w = \{\log(M_0) - 9.1\} / 1.5$	6.6
断層モデル原点(地中) [°N]		地中における端	33.932
断層モデル原点(地中) [°E]			131.525
走向 θ [度]		長期評価の端点を結んだ方向	218.1
傾斜角 δ [度]		長期評価に基づく	70
すべり角 λ [度]		「右横ずれ断層」	180
地震発生層上限深さ H_s [km]		地震基盤と2kmの深い方	2
地震発生層下限深さ H_d [km]		長期評価に基づく	20
断層モデル上端深さ D_{top} [km]		$D_{top} = H_s$	2
断層モデル長さ L_{model} [km]		「レシビ」の(イ)の手順に従う	24
断層モデル幅 W_{model} [km]		「レシビ」の(イ)の手順に従う	18
断層モデル面積 S_{model} [km ²]		$S_{model} = L_{model} \times W_{model}$	432
静的平均応力降下量 $\Delta\sigma$ [MPa]		$\Delta\sigma = 7/16 \cdot (M_0 / R^3), R = (S_{model}/\pi)^{1/2}$	2.9
平均すべり量 D [m]		$D = M_0 / (\mu \cdot S_{model})$	0.8
微視的震源パラメータ		設定方法	ケース1・2
短周期レベル A [Nm/s ²]		$A = 2.46 \times 10^{10} \times (M_0 \times 10^7)^{1/3}$	1.17E+19
全 テ ス ト ベ リ	面積 S_a [km ²]	$S_a = \pi r^2, r = (7\pi/4) \cdot \{M_0 / (A \cdot R)\} \cdot \beta^2$	77.7
	実効応力 σ_a [MPa]	$\sigma_a = \Delta\sigma_a = (S / S_a) \cdot \Delta\sigma$	16.2
	平均すべり量 D_a [m]	$D_a = \gamma_D \cdot D, \gamma_D = 2.0$	1.6
	地震モーメント M_{0a} [Nm]	$M_{0a} = \mu \cdot D_a \cdot S_a$	3.86E+18
ア ス ベ リ テ イ	面積 S_{a1} [km ²]	$S_{a1} = S_a$	77.7
	実効応力 σ_{a1} [MPa]	$\sigma_{a1} = \sigma_a$	16.2
	平均すべり量 D_{a1} [m]	$D_{a1} = D_a$	1.6
	地震モーメント M_{0a1} [Nm]	$M_{0a1} = \mu \cdot D_{a1} \cdot S_{a1}$	3.86E+18
	計算用面積 $L_{a1} \times W_{a1}$ [km×km]	2kmメッシュサイズ	10 × 8
ア ス ベ リ テ イ	面積 S_{a2} [km ²]	—	—
	実効応力 σ_{a2} [MPa]	—	—
	平均すべり量 D_{a2} [m]	—	—
	地震モーメント M_{0a2} [Nm]	—	—
	計算用面積 $L_{a2} \times W_{a2}$ [km×km]	—	—
背 景 領 域	面積 S_b [km ²]	$S_b = S_{model} - S_a$	354.3
	実効応力 σ_b [MPa]	$\sigma_b = (D_b/W_b) \cdot (\pi^{1/2} / D_a) \cdot r \cdot \Sigma \gamma_i^3 \cdot \sigma_a$	2.8
	平均すべり量 D_b [m]	$D_b = M_{0b} / (\mu \cdot S_b)$	0.6
	地震モーメント M_{0b} [Nm]	$M_{0b} = M_0 - M_{0a}$	6.87E+18



③ 地震動の予測

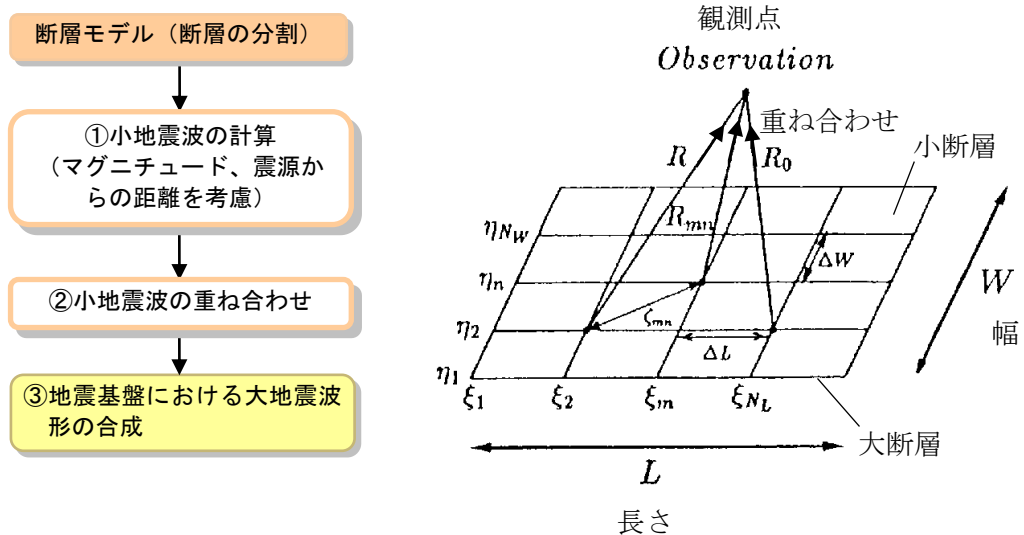
ア 地震基盤の地震動予測

周防灘断層帯による地震の地震基盤の地震動は、統計的グリーン関数を用いて予測した。

2) グリーン関数法の特徴

グリーン関数法では、発生する地震の規模によって震源断層を小さい領域（小断層：幅 ΔW 、長さ ΔL ）に分割し、それぞれの小断層から発する小地震波を破壊の進行に要する時間と観測点までの距離を考慮して重ね合わせることにより、大断層（幅 W 、長さ L ）の大地震波を合成する。

この方法により、震源の破壊方向に向けて強震動となる地域が現れる現象や、強震動生成域の近傍で、特に強い地震動が現れる現象などを表現することができるため、地震による揺れの平面的分布が実現象に近い状態として計算されるのが特徴である。



図Ⅲ. 2-2-5 統計的グリーン関数の計算

3) グリーン関数法による地震動の計算

＜小地震波の計算＞

グリーン関数法による地震動（振幅スペクトル）の算定式及び各パラメータは次のとおりである。

まず、対象とする震源断層面を小断層（ここでは2 km メッシュ）に分割し、小断層ごとに $\omega-2$ 則を満たす式1により振幅スペクトル $A(f)$ を求める。なお、式1の小地震波形はP波及びS波(SH波、SV波)に対してそれぞれ独立に生成し、式中の β はそれぞれの地震波速度に対応する。

$$A(f) = \frac{R_{\theta\phi} \cdot FS \cdot PRITN}{4\pi\rho\beta^3} \cdot M_0 \cdot \frac{(2\pi f)^2}{1+(f/f_c)^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{1+(f/f_{max})^2}} \cdot \frac{e^{-\pi f R/Q\beta}}{R} \quad \text{式1}$$

ここに、 $R_{\theta\phi}$: ラディエーション係数

FS : 自由表面による増幅の効果 (= 2)

PRITN : 地震動エネルギーの水平2成分への分散を表す係数

ρ : 地震基盤の密度 (= 2.70 g/cm³)

β : 地震基盤の速度 (P波の場合 5.8 km/s、S波の場合 3.4 km/s)

M_0 : 小地震の地震モーメント

F : 周波数 (Hz)

f_c : コーナー周波数 (Hz)

f_{max} : 高周波遮断周波数 (Hz) (= 6 (地殻内地震)、= 13.5 (プレート間地震))

R : 小地震の震源距離

Q : 伝播経路における媒質のQ値

コーナー周波数は次式で算定する。

$$f_c = 4.9 \times 10^6 \beta (\Delta\sigma/M_0)^{1/3} \quad \text{式2}$$

ここに、 $\Delta\sigma$: 小地震の実効応力

媒質のQ値については次式で算定する。

$$Q(f) = 110f^{0.69} \quad f \geq 1\text{Hz} \quad \text{式3}$$

ラディエーション係数 $R_{\theta\phi}$ については、香川(2004)¹³に準拠して、式4に示す周波数依存特性を考慮する。

$$R_{\theta\phi}(f) = \frac{\{\log(f_2) - \log(f)\}R_{\theta\phi 0} + \{\log(f) - \log(f_1)\}R_{\theta\phi m}}{\log(f_2) - \log(f_1)} \quad \text{式4}$$

ここに、 $R_{\theta\phi 0}$: 小地震とサイトの位置関係及びすべり方向から理論的に評価されるラディエーション係数

$R_{\theta\phi m}$: 高周波数で等方放射として平均化されたラディエーション係数

f_1, f_2 : 理論的な放射から等方的な放射へと遷移する周波数帯を示し、 $f_1=0.5\text{Hz}$ 、 $f_2=5\text{Hz}$ とする。

式1で算定した振幅スペクトルに適合する加速度時刻歴波形の算定は、Boore(1983)にしたがって、ホワイトノイズに包絡形を施した波形のスペクトルを掛け合わせて位相を与える。

上記手順で作成した計算地点での地震基盤における地震波に対して、深部地盤表面までの深部地盤モデルによる増幅を考慮するため、P波、S波ともに鉛直入射を仮定して Haskell Matrix(線形)を用いた応答計算を行う。

求められた工学的基盤での Transverse、Radial 及び UD の波形を、NS、EW、UD に射影する。

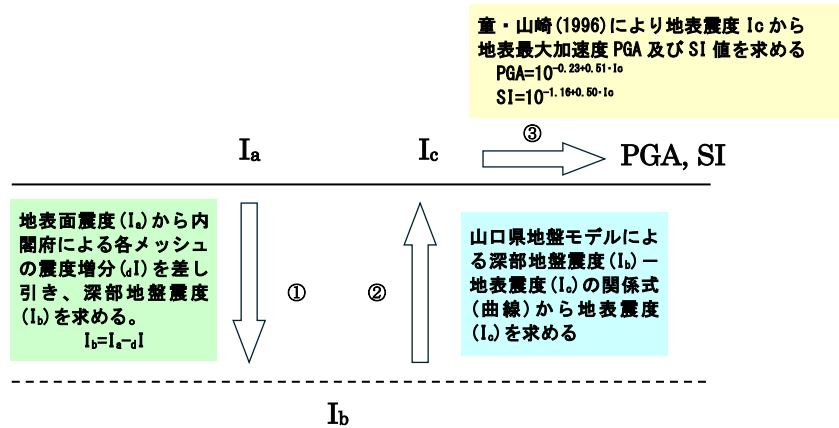
<小地震波の重ね合わせ>

各小断層からの波形を Irikura(1986)にしたがって、それぞれの成分ごとに足し合わせる。これにより、深部地盤表面での3成分波形を求める。

イ 地表面の地震動予測

1) 南海トラフ巨大地震

南海トラフ巨大地震の地表面の地震動予測は、内閣府（2025a）³による南海トラフ巨大地震の想定結果を活用し、山口県地盤モデルに基づく地震動増幅度を用いて求める。その手順を以下に示す。



図Ⅲ. 2-2-6 南海トラフ巨大地震の地表面地震動算定の手順

- ・内閣府提供の250mメッシュの地表震度 I_a と、震度増分 ${}_dI$ から、深部地盤表面の震度 I_b を、次の式より求める。

$$I_a = I_b + {}_dI$$

- ・2) で延べる応答解析により、地盤タイプごとに深部地盤表面の震度 (I_b) と地表震度 (I_c) の関係を求め、同式から地表震度 (I_c) を算定する。

- ・童・山崎(1996)¹⁴の推定式を用いて、地表震度 (I_c) から地表最大加速度 (PGA)、及びSI値を算定する。

$$PGA = 10^{-0.23+0.51 \cdot I_c}$$

$$SI = 10^{-1.16+0.50 \cdot I_c}$$

2) 周防灘断層帯

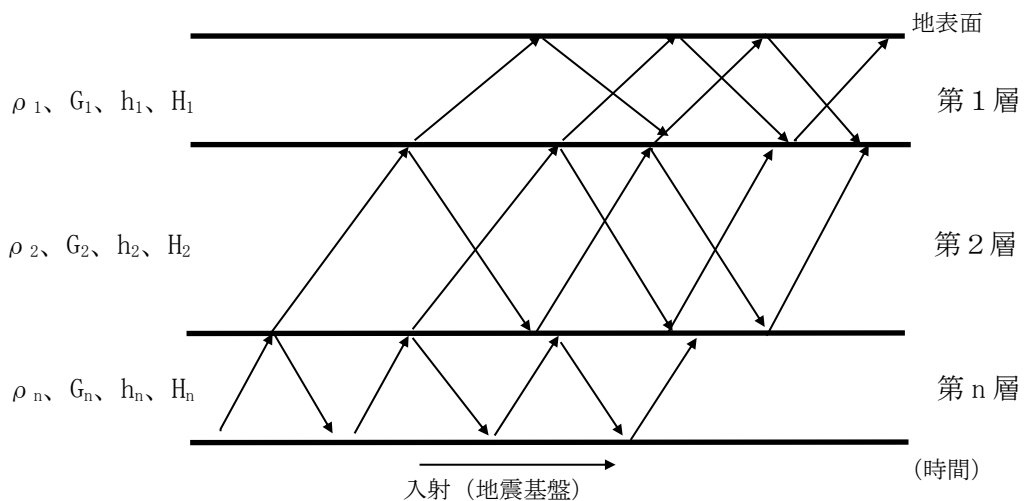
＜地盤の応答解析手法＞

浅部地盤における地震動の応答解析は、重複反射理論に基づく計算手法で行った。これは、メッシュごとに地震基盤から地震波を入射し、水平成層と仮定した地盤においてS波が反射・透過を繰り返した結果の地表面での地震動を算定する手法である。

深さとともに速度が速くなる水平成層地盤においては、地震波は浅部地盤内をほぼ垂直に上昇するものと仮定できる。

以下に重複反射理論の概念図を示す(ここでの横軸は、経過時間を表している)。

地震基盤から入射した地震波は、物性値の異なる層面において透過波と反射波に分かれる。それぞれの波は、次の物性値の異なる層面においてさらに透過波と反射波に別れる。それらが繰り返された結果として、地表での地震波形が求められる。



- ρ_n : 第n層の密度
- G_n : 第n層の動的せん断弾性定数 (剛性率)
- h_n : 第n層の減衰定数
- H_n : 第n層の層厚

図Ⅲ. 2-2-7 重複反射理論の概念

<深部地盤表面での地震動>

深部地盤は固結岩盤からなり、地震波は弾性波として伝わる。そこで、深部地盤内（地震基盤面から深部地盤表面まで）においては弾性波として取り扱う線形応答解析を行い、深部地盤表面での地震波形を算定する。

深部地盤は、1 km メッシュごとに地盤モデルを設定しており、深部地盤表面での地震動は1 km メッシュ単位で求めている。

一方、浅部地盤は125m または250m メッシュ単位で地盤モデルを設定しているため、深部地盤から浅部地盤への入力地震動は、当該125m または250m メッシュを含む1 km メッシュの深部地盤表面における加速度波形を採用する。

<地表での地震動>

浅部地盤は未固結堆積物からなり、地震動により大きな力が加わると、地盤内に生じるせん断ひずみ (γ) によって、土の剛性率 (G) や減衰率 (h) が変化する。G 及び h のひずみ依存性は、動的変形特性と呼ばれ、応答解析を実施する際に土の非線形特性を加味することができる周波数依存型の等価線形法 (Dyneq) を用いた。なお、Dyneq における有効ひずみは次のとおりとする。また、解析対象周波数の上限は15Hz とする。

$$\left\{ \begin{array}{l} \gamma_{eff} = \gamma_{max} \\ \gamma_{eff} = \gamma_{max} \left\{ 1 - \left(\frac{\log f - \log f_p}{\log f_e - \log f_p} \right)^m \right\} \\ \gamma_{eff} = 0 \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} f_p > f \\ f_p \leq f \leq f_e \\ f > f_e \end{array}$$

ここに、 γ_{eff} : 有効ひずみ

f : 周波数 (Hz)

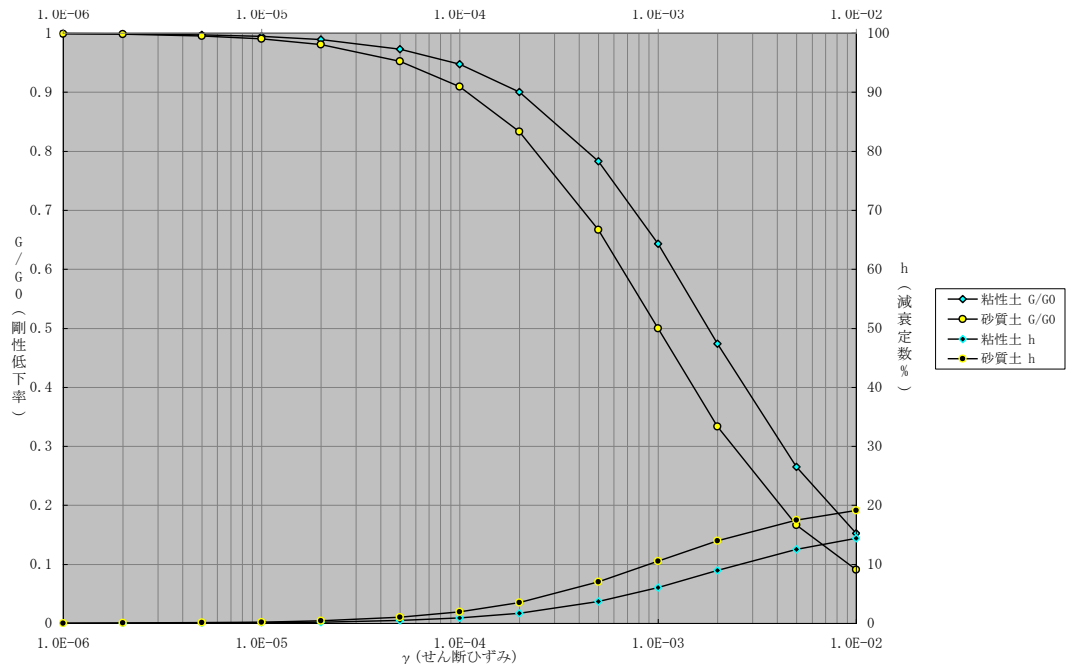
γ_{max} : 最大せん断ひずみ

f_p : γ_{max} に対応する周波数 (Hz)

f_e : $\gamma_{eff}=0.0$ となる周波数 (=10.0Hz)

m : 係数 (= 2)

等価線形法 (Dynea) に用いた動的変形曲線は、古山田ら (2003)¹⁵を参考として設定する。



図Ⅲ. 2-2-8 古山田ら (2003)¹⁵を参考とした動的変形特性

<震度階級の決定手法>

震度階級は、気象庁の計測震度である震度階級に準拠し、以下の手法により求める。

【気象庁計測震度の算定法】

a. 3成分（水平2、上下1成分）の加速度波形からフーリエスペクトルを計算する。

b. フーリエスペクトルの周期に関係した次の3フィルターを乗じる。
フィルターの総合特性（次頁）にア)からウ)の3つのフィルターとそれらを掛け合わせた総合特性を示した。

ア)体感と震度の関係を考慮したフィルター

$$(k/f)^{1/2}$$

k：係数（1.00） f：周波数

イ)ハイカットフィルター

$$(1+0.694X^2+0.241X^4+0.0557X^6+0.009664X^8+0.00134X^{10}+0.000155X^{12})^{-1/2}$$

$$X=f/f_c \quad (f_c=10\text{Hz})$$

ウ)ローカットフィルター

$$(1-\exp(-(f/f_0)^3))^{1/2}$$

f₀：震度算定に用いる周波数の下限（0.5Hzとする。）

c. フィルター処理したスペクトルを逆フーリエ変換により加速度と速度の中間的な時刻歴波形を求める。

d. 3成分の時刻歴波形をベクトル合成する。

e. ベクトル波について、その絶対値がA'以上である時間の合計がτ（継続時間：0.3secとする。）となるA'を求める。

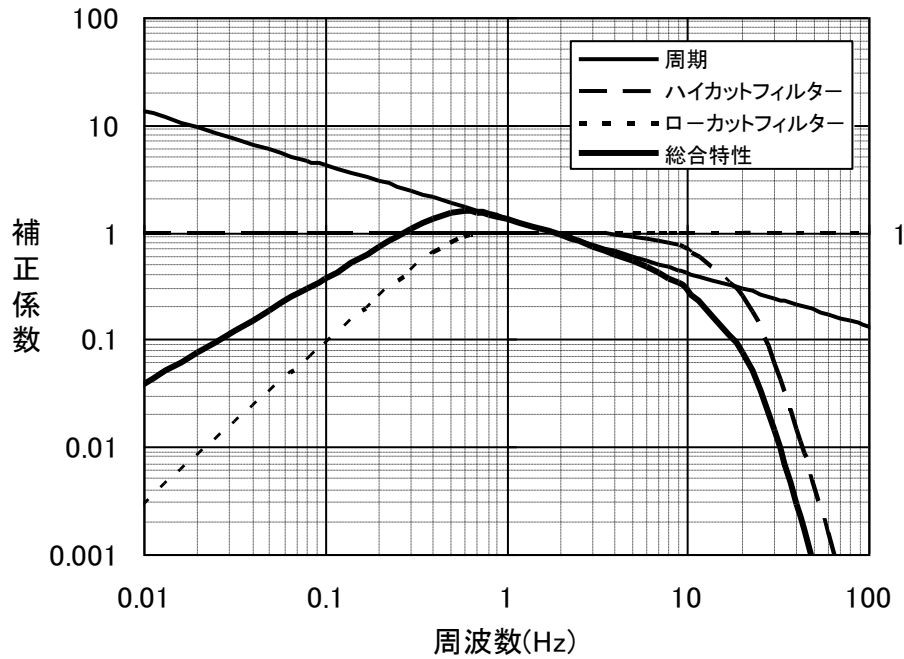
f. 河角（1943）19による震度と加速度の関係式にA'を代入し、計測震度（I）を求める。

$$I=2 \cdot \log A' + 0.94$$

g. 計測震度から震度階級を決定する。

表Ⅲ. 2-2-4 計測震度と震度階級の対比表

計測震度	0.5	1.5	2.5	3.5	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	
震度階	0	1	2	3	4	5弱	5強	6弱	6強	7



図Ⅲ. 2-2-9 フィルターの総合特性

< 地表最大加速度の計算手法 >

地表最大加速度 (PGA) は、地震動の強さを表す一般的な指標の一つである。物体に加わる力の大きさは、加速度に比例して増大する性質がある。そのため、最大加速度が大きい場合は、大きな破壊力を持つことになる。ただし、加速度波形の一部分だけ振幅が大きくなる場合は、一般建物等の構造物に対してそれほど大きな被害を与えることは少ないといえる。

地表最大加速度 (PGA) は、3成分の地表加速度波形それぞれについて算定し、液状化判定には水平2成分のうち大きい方を採用する。

< SI 値の計算手法 >

・童・山崎(1996)¹⁴の推定式を用いて、地表震度 (I_c) から SI 値を算定する。

$$SI = 10^{-1.16+0.50 \cdot I_c}$$

(3) 液状化

本調査では、震度分布と土質状況を基に、震度5弱以上の地域を対象に、液状化が発生する危険度及びその影響の度合を評価するため、125mまたは250mメッシュごとの液状化指数（ P_L 値）を算定する。

なお、建物被害の想定に用いるため、液状化に伴う沈下量も算定する。

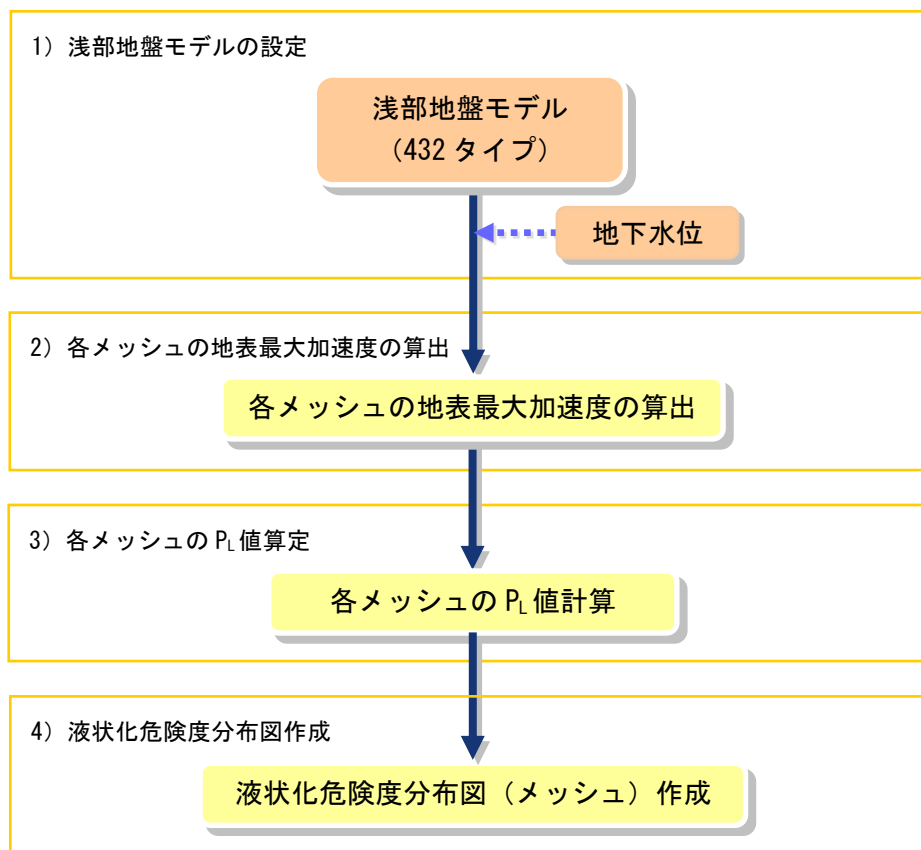
P_L 値：ある地点での液状化の可能性を総合的に評価するための指標であり、一般に P_L 値が15以上の場合、液状化の危険がかなり高いとされている。

沈下量：地震に伴い地表面が沈下する高さ。

① 液状化危険度評価

ア 液状化危険度評価の流れ

液状化危険度は、以下の手順で行った。



図Ⅲ. 2-3-1 液状化危険度評価のフロー

1) 浅部地盤モデルの設定

浅部地盤モデルは、「(1) 地盤モデルの設定」で設定した地盤モデルを用いる。

2) 各メッシュの地表最大加速度の算出

地震動予測計算により算出した各メッシュの地表最大加速度を用いる。

3) 各メッシュの P_L 値算定

P_L 値は、道路橋示方書 (2017) ¹⁶ の手法に基づき液状化抵抗率 FL を求め、深さ方向に重み付けした PL 法により算出する。

4) 液状化危険度分布図作成

各メッシュの P_L 値算定結果に基づき、次の区分により液状化危険度を分布図に示す。

$30.0 < P_L$: 液状化危険度は極めて高い

$15.0 < P_L \leq 30.0$: 液状化危険度はかなり高い

$5.0 < P_L \leq 15.0$: 液状化危険度は高い

$0.0 < P_L \leq 5.0$: 液状化危険度は低い

$P_L = 0.0$: 液状化危険度はかなり低い

イ 液状化危険度の評価条件

液状化危険度の評価条件は、次のとおりとした。

1) 液状化判定を行う必要がある土層

沖積層の土層で以下の3つの条件全てに該当する場合においては、地震時に液状化が生じる可能性のあるため、液状化判定を行う。

- ・地下水位が地表面から 10m 以内にあり、かつ、地表面から 20m 以内の深さに存在する飽和土層。
- ・細粒分含有率 FC が 35% 以下の土層、または、 FC が 35% を超えても塑性指数 IP が 15 以下の土層。
- ・50% 粒径 D_{50} が 10mm 以下で、かつ、10% 粒径 D_{10} が 1mm 以下である土層。

2) 評価対象とする震度

液状化危険度の評価対象となる震度は、震度 4 以下では、ほとんど液状化を起こさないことから、震度 5 弱以上とする。

ウ P_L 値の算定方法

P_L 値は、以下に示す道路橋示方書（2017）¹⁶の方法を用いて算定する。

1) 液状化に対する抵抗率 FL の算定

地盤内の各深度における液状化に対する抵抗率 FL 値は、地層が有する動的せん断強度比 R と作用する地震時せん断応力比 L によって定義し、この値が 1.0 以下の土層については、液状化の可能性があるとみなすものである。

$$F_L = R / L$$

地震時せん断応力比 L は、道路橋示方書（2017）¹⁶で示される設計水平震度の標準値 k_{ngL} を使用せず、本調査で実施する地震応答解析により得られる地表最大加速度 α を使用して次の式により算定する。

$$L = (\alpha / g) \cdot (\sigma_v / \sigma_v') \cdot \gamma_d$$

ここに、 α : 地表最大加速度 (gal)

G : 重力加速度 (=980gal)

σ_v : 全上載圧 (kN/m²)

σ_v' : 有効上載圧 (kN/m²)

γ_d : 低減係数 (=1.0-0.015 \cdot z、z : 地表面からの深さ (m))

地層が有する動的せん断強度比 R は、地盤の繰返し三軸強度比 RL を用いて次の補正式より求める。

$$R = C_w \cdot R_L$$

地震動特性による補正係数 C_w は次のように定められている。

①タイプ I : プレート境界型の大規模な地震の場合

$$C_w = 1.0$$

前回調査では、南海トラフ巨大地震の液状化判定に用いる地盤の繰返し三軸強度比(RL)を補正する係数(C_w)について、2011年に発生した東北地方太平洋沖地震の実績を基に0.8を適用していた。しかし、内閣府(2025a)³では、道路橋示方書のタイプI地震(プレート境界地震)に準拠したC_w=1.0を用いていること、道路橋示方書の平成29年度の改定の際に、東北地方太平洋沖地震の事例分析結果を踏まえて算出式の見直しが行われていることが確認されたことから、今回調査では道路橋示方書のタイプI地震(プレート境界型地震)に準拠したC_w=1.0をそのまま適用することとする。

②タイプⅡ：内陸直下型地震の場合

$$C_w = \begin{cases} 1.0 & (R_L \leq 0.1) \\ 3.3 \cdot R_L + 0.67 & (0.1 < R_L \leq 0.4) \\ 2.0 & (0.4 < R_L) \end{cases}$$

繰返し三軸強度比 R_L は、次式により算定する。

$$R_L = \begin{cases} 0.0882 \cdot \sqrt{(0.85 \cdot N_a + 2.1 / 1.7)} & (N_a < 14) \\ 0.0882 \cdot \sqrt{(N_a / 1.7)} + 1.6 \times 10^{-6} \cdot (N_a - 14)^{4.5} & (14 \leq N_a) \end{cases}$$

粒度の影響を考慮した補正 N 値 (N_a) は、次式により求める。

$$N_a = \begin{cases} c_{FC} \cdot (N_1 + 2.47) - 2.47 & (D_{50} < 2\text{mm}) \\ \{1 - 0.36 \cdot \log_{10}(D_{50} / 2)\} \cdot N_1 & (D_{50} \geq 2\text{mm}) \end{cases}$$

$$N_1 = 170 \cdot N / (\sigma_{vb}' + 70)$$

$$C_{FC} = \begin{cases} 1.0 & (0\% \leq F_c < 10\%) \\ (F_c + 20) / 50 & (10\% \leq F_c < 40\%) \\ (F_c - 16) / 12 & (40\% \leq F_c) \end{cases}$$

ここに、 N : 標準貫入試験から得られる N 値

N_1 : 有効上載圧 100kN/m^2 相当に換算した N 値 (kN/m^2)

c_{FC} : 細粒分含有率による N 値の補正係数

D_{50} : 50% 粒径 (mm)

σ_{vb}' : 標準貫入試験実施時の地表面からの深さにおける有効上載圧 (kN/m^2)

F_c : 細粒分含有率 (%) (粒径 $75\mu\text{m}$ 以下の土粒子の通過質量百分率)

2) 液状化指数 PL の算定

建物や埋設管等の構造物に液状化が与える影響を想定するためには、ある深度における液状化の発生の可能性のみではなく、任意の地点の地盤全体の液状化の発生の可能性を評価する必要がある。液状化抵抗率 (F_L) は、ある深度における液状化の発生の可能性を評価するものであるため、地盤全体を評価する指標として液状化指数 P_L を岩崎ら (1980)¹⁷ による次式により求める。

$$P_L = \int_0^{20} (1 - F_L) \cdot (10 - 0.5 \cdot z) dz$$

ここに、 F_L : 液状化に対する抵抗率 ($F_L \geq 1.0$ の場合には $F_L = 1$)

Z : 地表面からの深さ (m)

② 沈下量の算定

建物被害の想定のため、各地震動に対して液状化に伴う沈下量を算定する。

沈下量の算定は、内閣府（2025a）³の手法に準じ、日本建築学会（2019改訂版）の建築基礎構造設計指針¹⁸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 γ_{cy} 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 $\gamma_{cy} = 8\%$ とし、0.5%より右側にプロットされる場合には、 $\gamma_{cy} = 0.5\%$ とした。

繰返しせん断ひずみ γ_{cy} を体積ひずみ ε_v として読み替える。

沈下量Sの算定式は次のとおりとする。

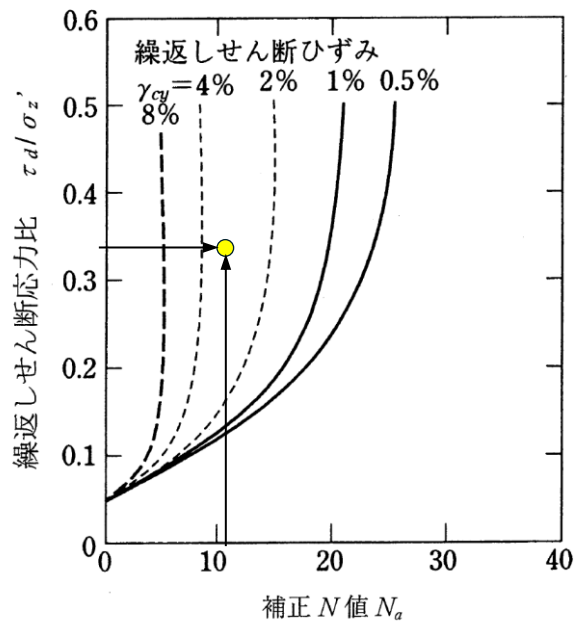
$$S = \sum (H_i \times \varepsilon_{vi}), \quad i=1 \sim n$$

S : 沈下量

H_i : $F_L < 1.0$ となる砂質土層 i の層厚

ε_{vi} : $F_L < 1.0$ 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Ⅲ.2-3-2 補正N値と繰返しせん断ひずみの関係

(4) 土砂災害

前回の被害想定では、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。

内閣府 (2025a) ³ においても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。

① 急傾斜地崩壊危険箇所

県内の急傾斜地崩壊期間箇所のうち、保全人家戸数を有し、かつ対策工事が実施されていない 11,403 箇所を対象とする。被害想定に使用するデータは県砂防課より提受を受けたデータのうち、位置、保全人家戸数、耐震ランク、対策工の有無とする。

耐震ランクは提供データに含まれていないため、内閣府 (2013a) ¹⁹ 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。

表Ⅲ.2-4-1 耐震ランクの配点

大項目	小項目	点数
斜面の高さ	$50\text{m} \leq H$	10
	$30\text{m} \leq H < 50\text{m}$	8
	$10\text{m} \leq H < 30\text{m}$	7
	$H < 10\text{m}$	3
斜面勾配 (θ)	$59^\circ \leq \theta$	7
	$45^\circ \leq \theta < 59^\circ$	4
	$\theta < 45^\circ$	1
オーバーハング	有	4
	無	0
斜面の地盤	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
	粘性土	1
	風化、亀裂が発達していない岩である	0
表土の厚さ	0.5m 以上	3
	0.5m 未満	0
湧水	有	2
	無	0
落石・崩壊履歴	新しい崩壊地がある	5
	古い崩壊地がある	3
	崩壊値は認められない	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

・箇所ごとに点数を合計し
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

発生危険度は、内閣府（2013a）¹⁹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。

表Ⅲ. 2-4-2 危険度ランクテーブル

耐震ランク 震度階級	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

② 地すべり

県内の地すべり危険箇所のうち、保全人家（公共建物含む）を有し、かつ対策工事の実施されていない221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、県砂防課及び森林整備課より提供を受けたデータを用いる。対策工が概成のものを対策工ありとする。

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。

③ 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（公共建物含む）を有し、かつ対策工事の実施されていない1,983箇所を対象とする。被害想定に使用するデータは、県森林整備課より提供を受けたデータのうち、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。

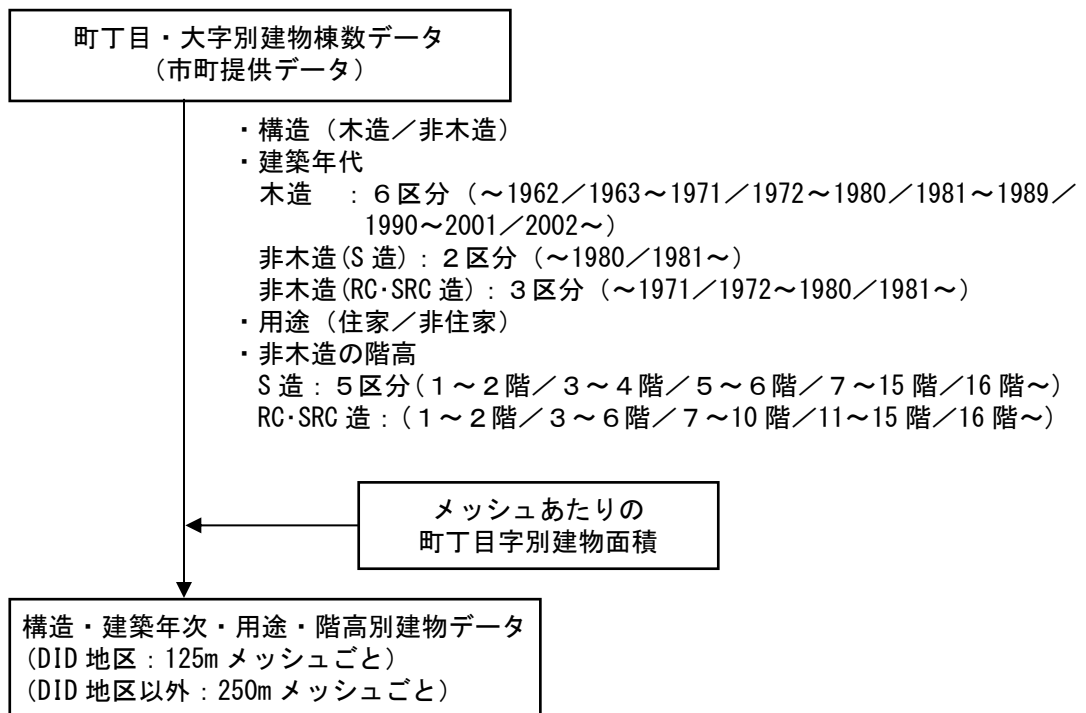
3. 建物被害

(1) 建物棟数データの設定

県内の 19 の市町から町丁目・大字ごとに集計した建物棟数データを収集した。本調査で収集する建物データの分類は、構造（木造・その他／非木造）、用途（住家／非住家）、建築年代、階高とする。

建築年代区分及び階高区分は、内閣府（2025b）²⁰に従い、以下のとおり分類する。

- ・ 木造・その他に該当する建物（以下、「木造建物」という）は、建築年代区分を旧築年（～1962）、中築年①（1963～1971）、中築年②（1972～1980）、新築年①（1981～1989）、新築年②（1990～2001）、新築年③（2002～）の 6 区分とする。
- ・ 非木造建物は、構造区分を S 造と RC・SRC 造の 2 区分とする。
- ・ S 造に該当する建物は、建築年代区分を旧・中築年（～1980）、新築年（～1981）の 2 区分とする。階高区分は、① 1～2 階、② 3～4 階、③ 5～6 階、④ 7～15 階、⑤ 16 階以上 の 5 区分とする。
- ・ RC・SRC 造に該当する建物は、建築年代区分を旧築年（～1971）、中築年（1972～1981）、新築年（1981～）とする。階高区分は、① 1～2 階、② 3～6 階、③ 7～10 階、④ 11～15 階、⑤ 16 階以上 の 5 区分とする。

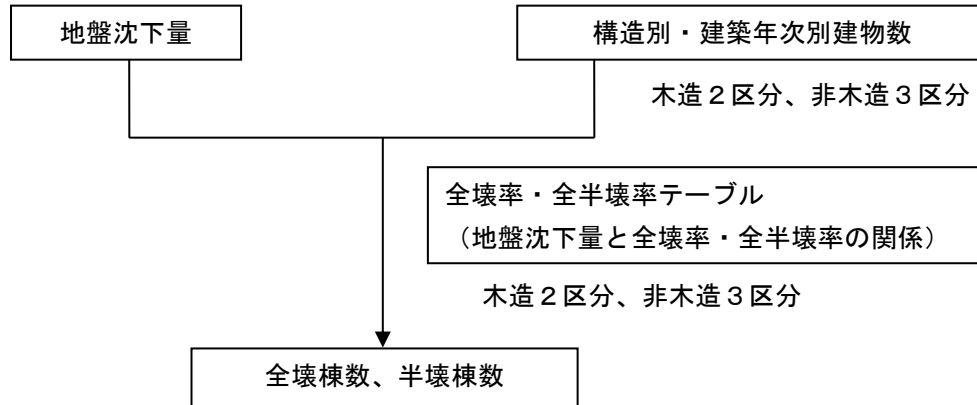


図Ⅲ. 3-1-1 建物棟数データ作成フロー

(2) 液状化による建物被害

① 基本的な考え方

液状化による地盤沈下量と全壊率及び全半壊率との関係からメッシュごとの全壊棟数及び半壊棟数を算定した。



図Ⅲ. 3-2-1 液状化による全壊棟数の算出フロー

② 算出式

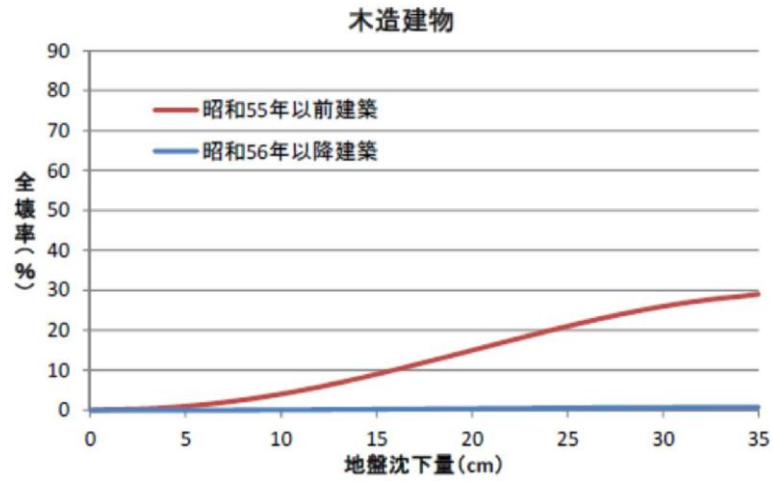
全壊棟数＝建物棟数×全壊率

全半壊棟数＝建物棟数×全半壊率

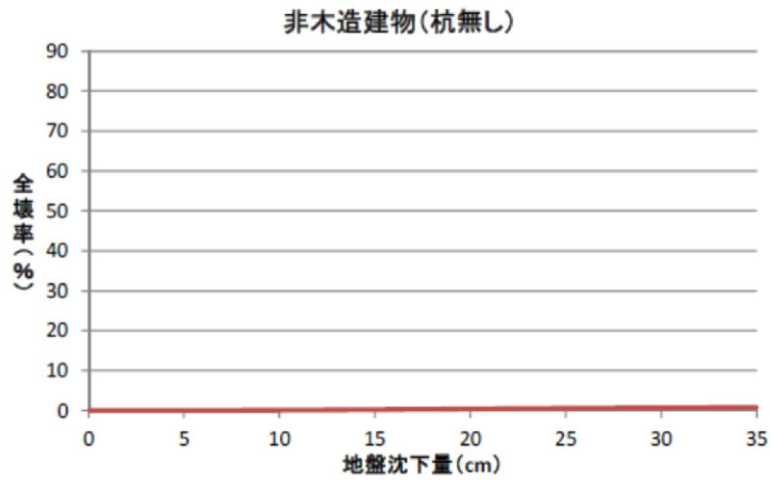
半壊棟数＝全半壊棟数－全壊棟数

③ 全壊・全半壊テーブル

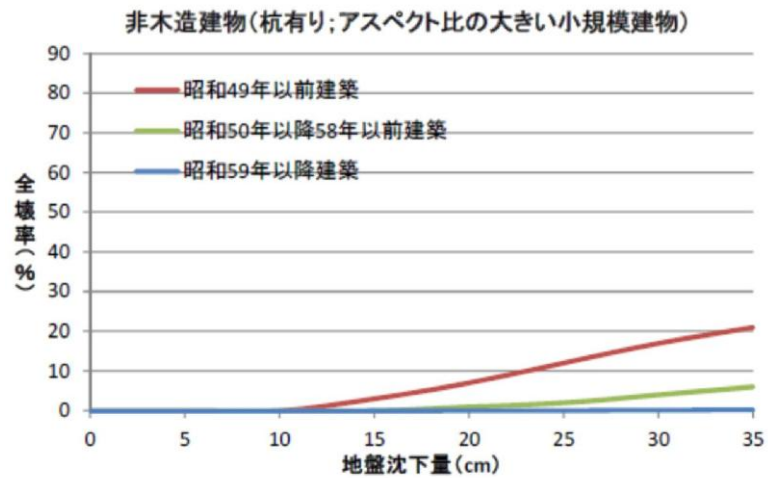
- ・メッシュごとの地盤沈下量を算定した。
- ・構造(木造/非木造)、用途(住家/非住家)、建築年代(木造2区分、非木造3区分)別の建物データを整理した。
- ・全壊率・半壊率テーブルは、内閣府(2025b)²⁰(図Ⅲ. 3-2-2～図Ⅲ. 3-2-6)を用いた。なお、非木造の杭の有無については山口県での統計が無いため、3階建て以上の建物が杭の設置を通常義務付けられていることから、非木造建物における杭あり建物は3階建て以上の建物とした。
- ・メッシュの地盤沈下量と全壊率・全半壊率テーブルから液状化による全壊棟数及び半壊棟数を算定した。



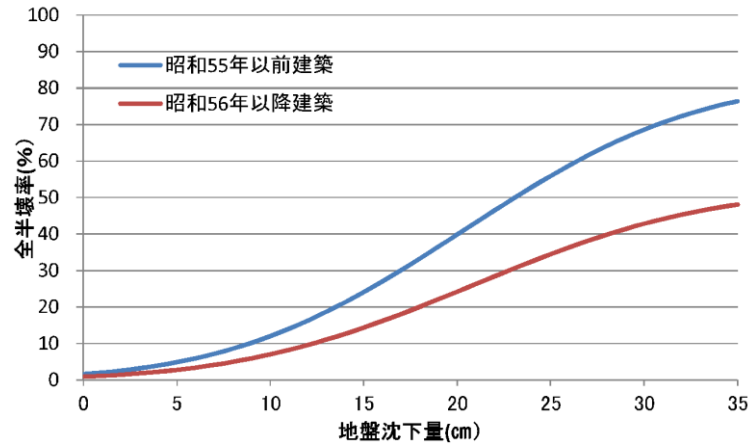
図Ⅲ. 3-2-2 液状化による木造建物全壊率²⁰



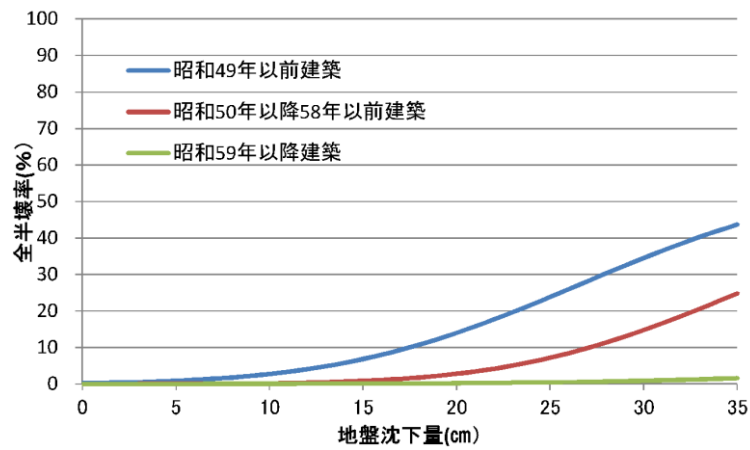
図Ⅲ. 3-2-3 液状化による非木造建物全壊率 (杭なし)²⁰



図Ⅲ. 3-2-4 液状化による非木造建物全壊率
(杭有り：アスペクト比の大きい小規模建物)²⁰



図Ⅲ.3-2-5 液状化による木造建物全半壊率²⁰



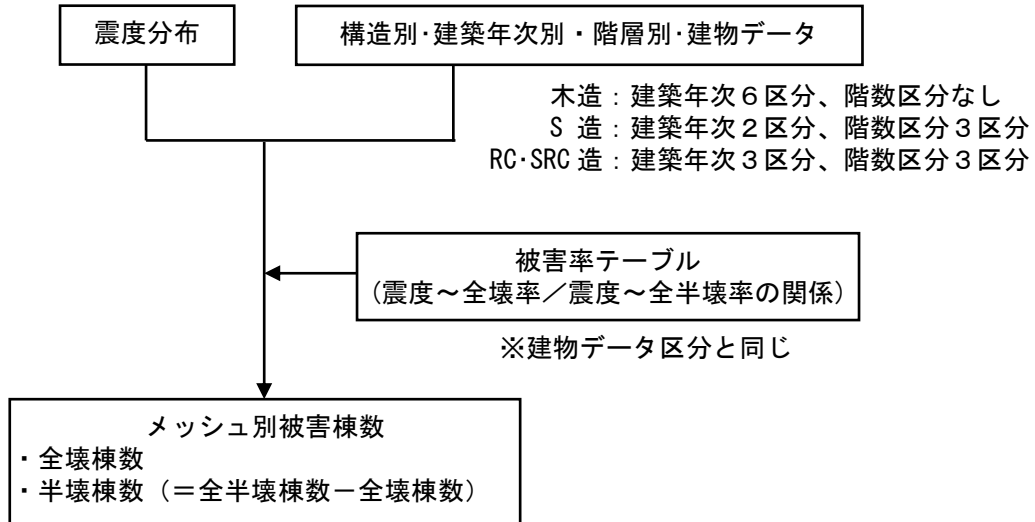
図Ⅲ.3-2-6 液状化による非木造建物全半壊率²⁰

※杭あり建物のうち、被害が生じるのはアスペクト比（建物の長辺と短辺の比）の大きい小規模建物のみを対象とし、アスペクト比の小さいもしくはアスペクト比が大きくても大規模建物については半壊以上の被害はないものとした。

(3) 揺れによる建物被害

① 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。



図Ⅲ.3-3-1 揺れによる被害棟数の算出フロー

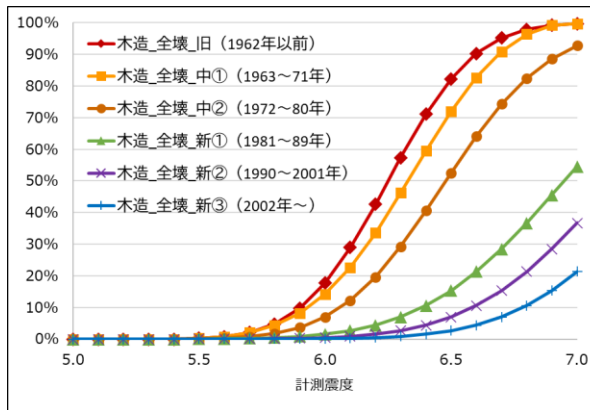
② 算出式

全壊棟数 = 建物棟数 × 全壊率

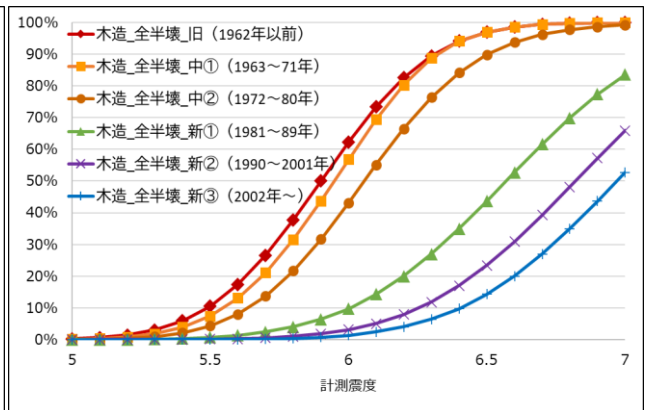
全半壊棟数 = 建物棟数 × 全半壊率

半壊棟数 = 全半壊棟数 - 全壊棟数

全壊棟数及び半壊棟数は、次頁以降に示す全壊率テーブル（震度と全壊率との関係）及び全半壊率テーブル（震度と全半壊率との関係）から算出する。

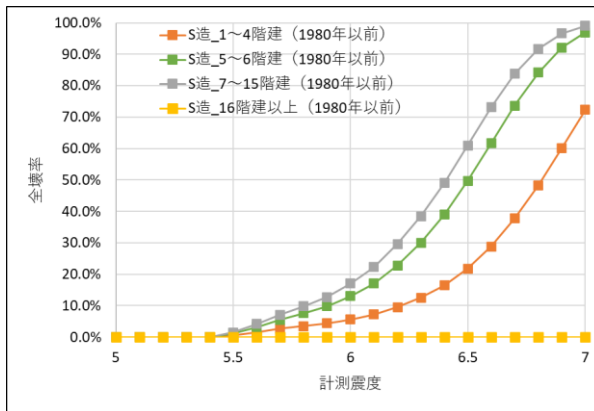


木造の全壊率曲線

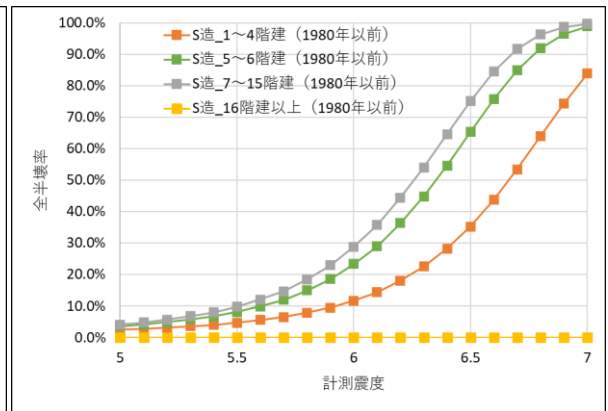


木造の全半壊率曲線

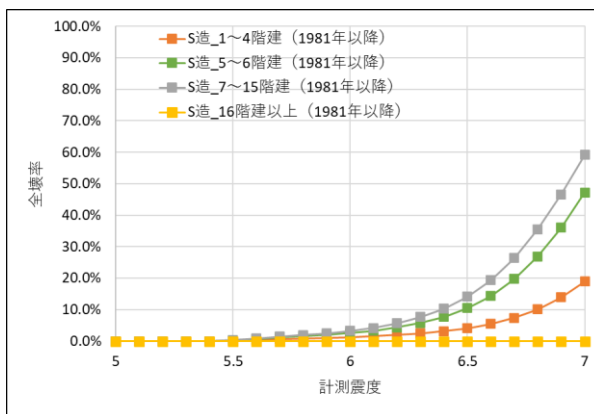
図Ⅲ.3-3-2 木造建物の被害率曲線²⁰



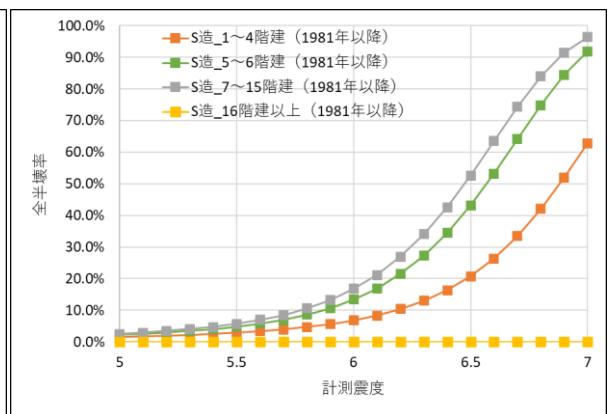
S造（1980年以前）の全壊率曲線



S造（1980年以前）の全半壊率曲線

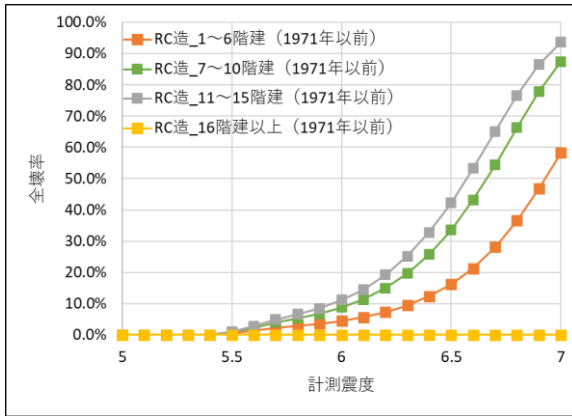


S造（1981年以降）の全壊率曲線

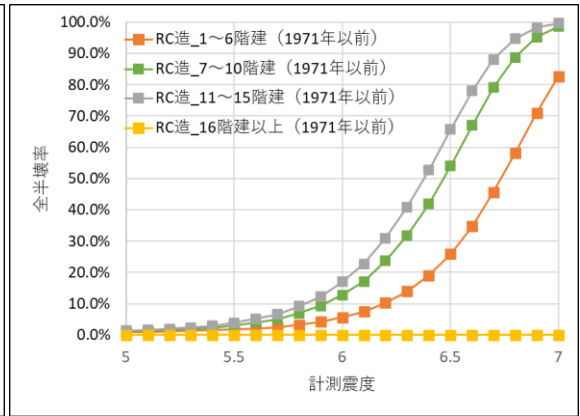


S造（1981年以降）の全半壊率曲線

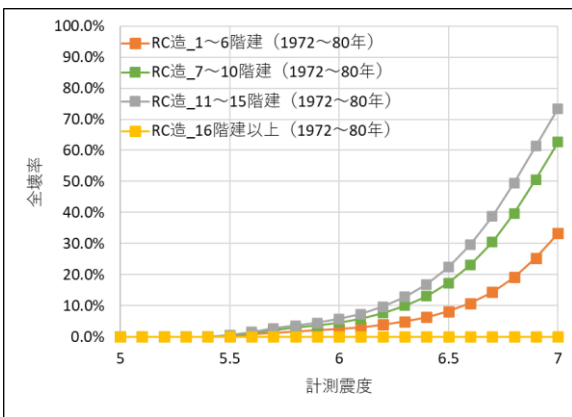
図Ⅲ.3-3-3 S造建物の被害率曲線²⁰



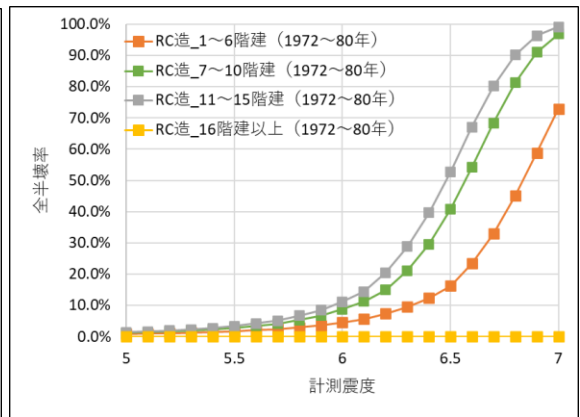
RC・SRC 造 (1971 年以前) の全壊率曲線



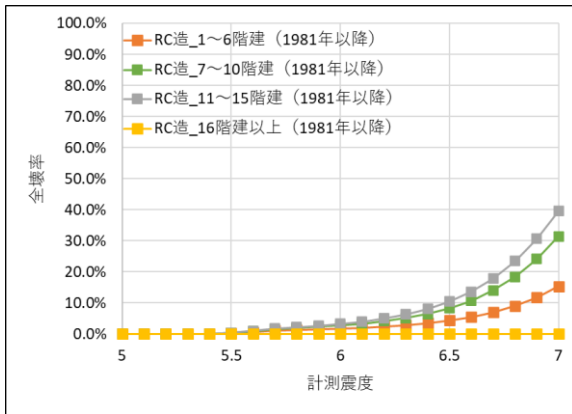
RC・SRC 造 (1971 年以前) の全半壊率曲線



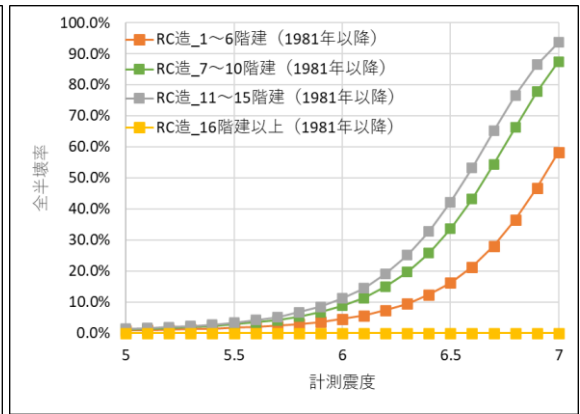
RC・SRC 造 (1972～1980 年以前) の
全壊率曲線



RC・SRC 造 (1972～1980 年以前) の
全半壊率曲線



RC・SRC 造 (1981 年以前) の全壊率曲線



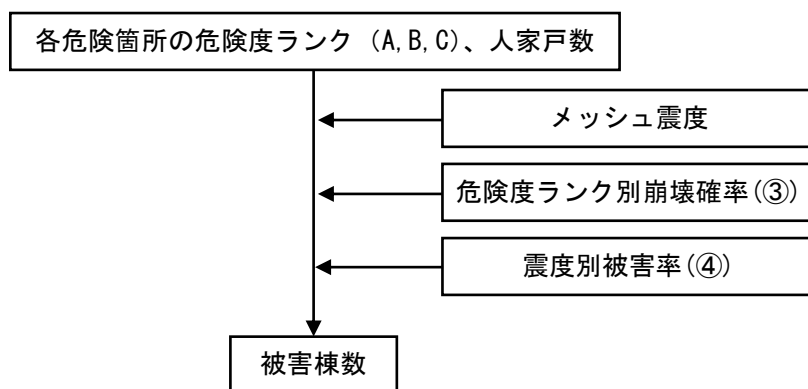
RC・SRC 造 (1981 年以前) の全半壊率曲線

図Ⅲ. 3-3-4 RC・SRC 造建物の被害率曲線²⁰

(4) 土砂災害による建物被害

① 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、危険箇所のうち対策済みの箇所は対象外とする。



図Ⅲ.3-4-1 土砂災害による被害棟数の算出フロー

② 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）

③ 危険度ランク別崩壊確率

表Ⅲ.3-4-1 土砂災害による危険度ランク別崩壊率²⁰

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）

④ 震度別被害率

表Ⅲ.3-4-2 土砂災害による震度別被害率^{21,22}

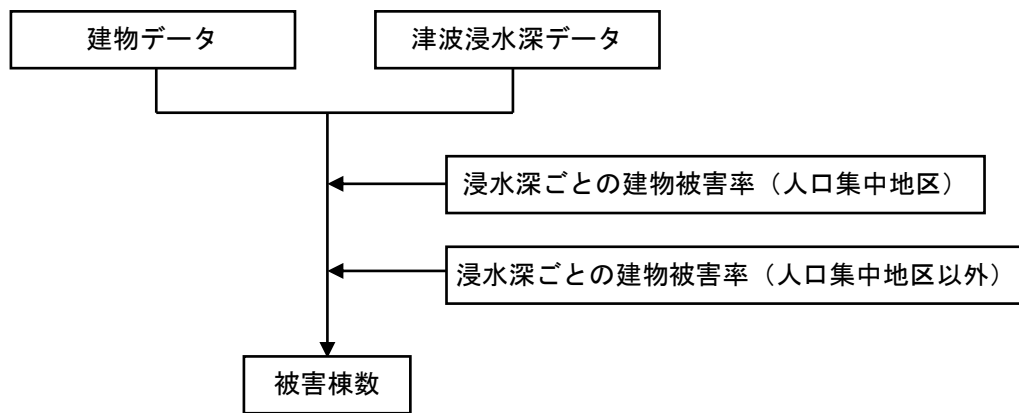
	～震度 4	震度 5 弱	震度 5 強	震度 6 弱	震度 6 強	震度 7
全壊率	0 %	6 %	12 %	18 %	24 %	30 %
半壊率	0 %	14 %	28 %	42 %	56 %	70 %

(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。

① 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係数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5mメッシュ及び10mメッシュの浸水深の平均値を用いた。



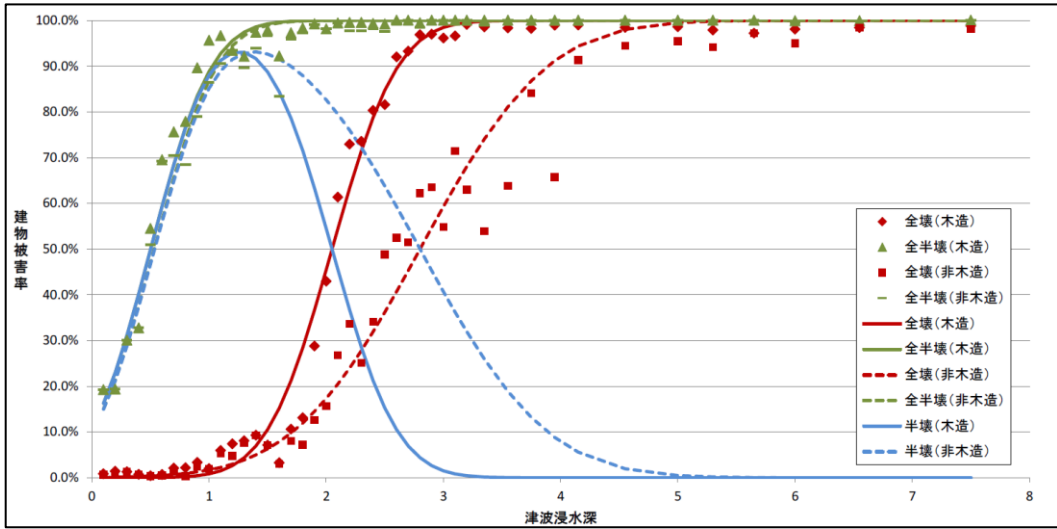
図Ⅲ.3-5-1 津波による建物被害の算出フロー

② 算出式

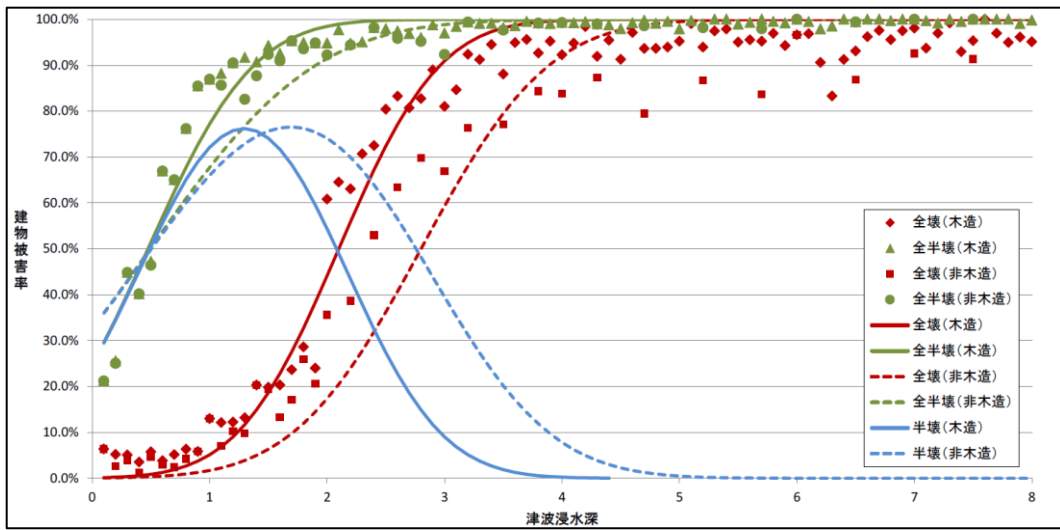
全壊棟数 = 建物棟数 × 浸水深ごとの全壊被害率

半壊棟数 = 建物棟数 × 浸水深ごとの半壊被害率

③ 建物被害率



図Ⅲ. 3-5-2 津波浸水深ごとの建物被害率（人口集中地区）²⁰

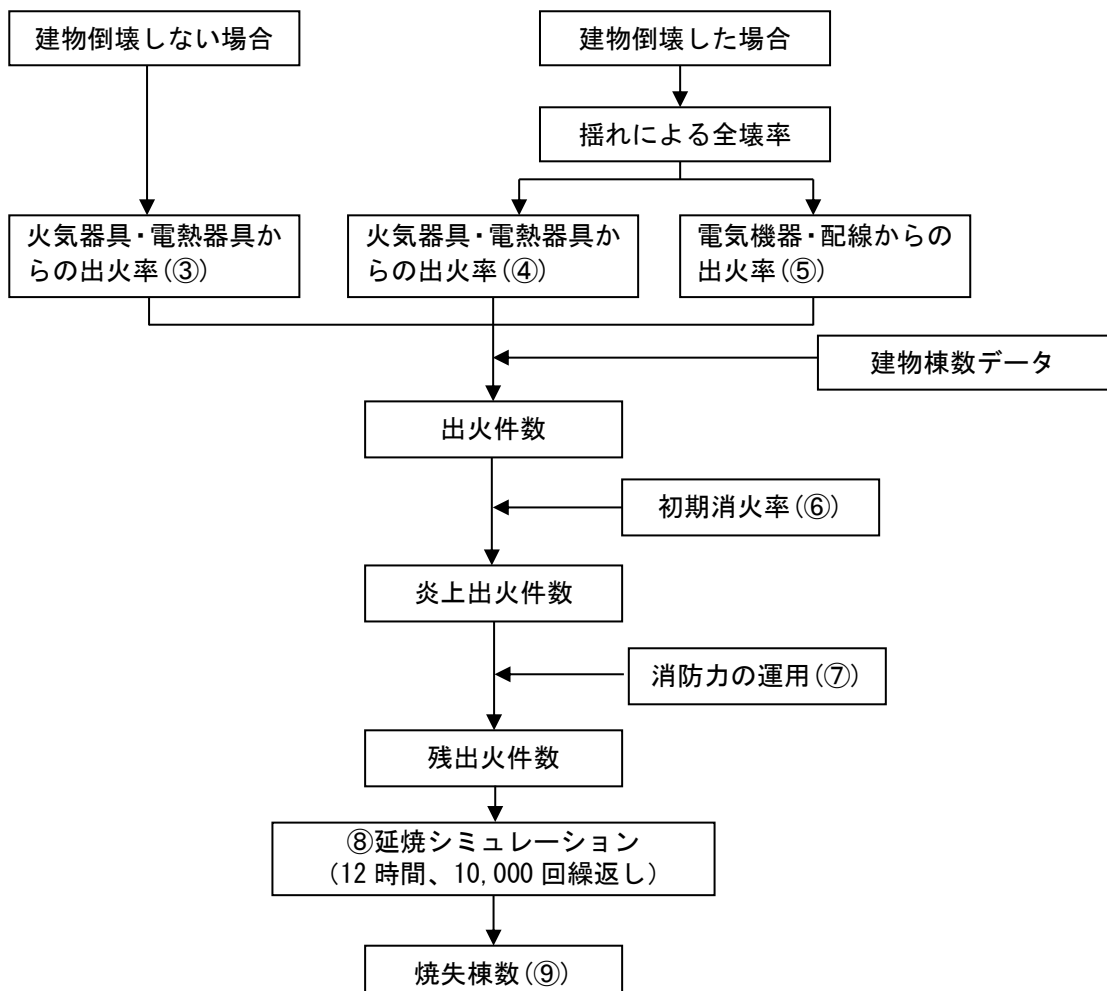


図Ⅲ. 3-5-3 津波浸水深ごとの建物被害率（人口集中地区以外）²⁰

(6) 地震火災による建物被害

① 基本的な考え方

- ・建物1棟単位の延焼シミュレーションを繰り返し行い、メッシュごとの平均的な焼失棟数を想定する。炎上出火件数、消防力の運用の算出までは内閣府(2025b)²⁰の方法を用い焼失棟数の算出(延焼シミュレーション)は消防力の運用後の残火災件数をランダムで設定し建物1棟単位の延焼シミュレーションを繰り返し行う手法を用いた。
- ・集計のための地区単位は250mメッシュ(一部125mメッシュ)とする。
- ・発災季節と発災時刻は、冬・深夜、夏・昼、冬・夕方の3ケースを想定する。
- ・風速条件は、風速3m/s(平均風速)、8m/s(強風)、15m/s(極強風)の3ケースを想定する。
- ・風向については県内の気象観測点の卓越風向を考慮し東風とする。



- ・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

図Ⅲ.3-6-1 火災による焼失棟数の算出フロー

② 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。

③ 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。

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

表Ⅲ. 3-6-1 震度別用途別出火率(冬・深夜)²⁰

	震度 5 弱	震度 5 強	震度 6 弱	震度 6 強	震度 7
飲食店	0.0001%	0.0004%	0.0025%	0.0099%	0.0402%
物販店	0.0001%	0.0002%	0.0009%	0.0042%	0.0454%
病院	0.0005%	0.0007%	0.0025%	0.00112%	0.1368%
事務所等その他事	0.0000%	0.0000%	0.0006%	0.0026%	0.0127%
住宅・共同住宅	0.0001%	0.0005%	0.0016%	0.0053%	0.0225%

表Ⅲ. 3-6-2 震度別用途別出火率(夏・昼)²⁰

	震度 5 弱	震度 5 強	震度 6 弱	震度 6 強	震度 7
飲食店	0.0017%	0.0042%	0.0199%	0.0681%	0.2222%
物販店	0.0003%	0.0008%	0.0037%	0.0151%	0.0951%
病院	0.0010%	0.0015%	0.0050%	0.0231%	0.2880%
事務所等その他事業	0.0003%	0.0011%	0.0052%	0.0196%	0.1071%
住宅	0.0001%	0.0002%	0.0007%	0.0025%	0.0166%

表Ⅲ. 3-6-3 震度別用途別出火率(冬・夕方)²⁰

	震度 5 弱	震度 5 強	震度 6 弱	震度 6 強	震度 7
飲食店	0.0027%	0.0088%	0.0366%	0.1153%	0.3862%
物販店	0.0005%	0.0017%	0.0055%	0.0176%	0.1082%
病院	0.0031%	0.0131%	0.0284%	0.0717%	0.9761%
事務所等その他事業	0.0006%	0.0027%	0.0074%	0.0194%	0.1144%
住宅	0.0007%	0.0025%	0.0076%	0.0230%	0.0765%

④ 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（冬・深夜）、2.2（夏・昼）、3.4（冬・夕方）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・昼）、0.153%（冬・夕方）

⑤ 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

⑥ 初期消火率

- ・内閣府（2025b）²⁰では、「東京消防庁出火危険度測定（第10回、令和3年）」を元に住宅の初期消火成功率を設定しており、これらの値を適用する。
- ・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

表Ⅲ.3-6-4 初期消火成功率

季節・時間帯	震度		
	6弱以下	6強	7
冬・深夜、冬・夕方	58%	26%	13%
夏・昼	55%	25%	13%

⑦ 消防力の運用

- ・ 消防力の運用効果を評価し、残出火件数を算定する。
- ・ 残出火件数の算定は、内閣府（2025b）²⁰を参考として算定する。
- ・ 各消防本部・組合について求めた消火可能件数（発災直後；1時間後）と想定される炎上出火件数を比較し、消火されなかった火災が延焼拡大すると考え、残火災件数（延焼拡大件数）を算出する。

消火可能件数（発災直後）

$$= 0.3 \times (\text{消防ポンプ自動車数} / 2) + \text{小型動力ポンプ数} / 4) \\ \times \{ 1 - (1 - 61,544 / \text{市街地面積 (m}^2\text{)})^{\text{水利数}} \}$$

残出火件数 = 炎上出火件数 - 消火可能件数

- ・ 上式は、阪神・淡路大震災（平均風速約3m/s）のデータに基づき、消防運用による消火可能件数をポンプ車数や消防水利数を用いて表現したものであり、風速が大きくなれば発災直後に消防によって消火できる割合が低下することが考えられる。ここでは、上式における係数0.3は、風速8m/s以上では0.2とする。

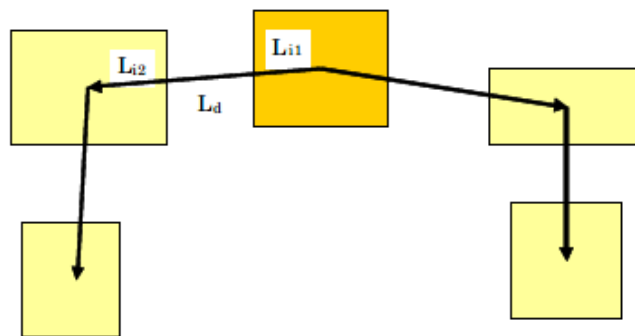
表Ⅲ. 3-6-5 市町別消火可能件数（広域消防本部考慮）

市町	消火可能件数	
	平均風速時 (係数0.3)	強風時 (係数0.2)
下関市	2.354	1.569
山口市	2.034	1.356
萩市	2.283	1.522
防府市	0.185	0.124
下松市	0.567	0.378
長門市	0.886	0.590
美祢市	0.718	0.479
周南市	1.312	0.875
阿武町	0.251	0.167
柳井地区広域消防本部		
柳井市	0.937	0.624
周防大島町	1.466	0.977
上関町	0.325	0.217
平生町	0.356	0.237
光地区消防組合消防本部		
光市	0.289	0.193
田布施町	0.489	0.326
岩国地区消防組合消防本部		
岩国市	3.735	2.490
和木町	0.508	0.339
宇部・山陽小野田消防局		
宇部市	0.434	0.290
山陽小野田市	0.444	0.296

⑧ 延焼シミュレーション

- ・建物1棟単位のデータを用いた延焼シミュレーションにより、焼失棟数を算定する。
- ・延焼の単位は建物1棟単位とし、出火点は残出火件数に従い、市町ごとに木造建物に対しランダムで設定する。
- ・風向・風速は延焼シミュレーション時間内（12時間）で一定の条件とする。
- ・建物間の燃え移りは、下図に示すように、建物の中心（ポリゴンの幾何重心）を結ぶ直線に沿って、出火建物の重心から外壁、隣接建物の外壁、隣接建物の重心へと燃え進み、さらに同様に次の隣接建物に燃え進んで行く。ある建物から隣接建物に延焼するまでの時間 t は、次の式のとおりである。

※シミュレーションは1回の計算では、延焼火点の位置に依存した結果になるため、延焼火点の位置を10,000回全体にランダムに割り振り、それぞれの延焼シミュレーションを行い、メッシュごとに平均的な焼失棟数期待値を求めた。



$$t = \frac{L_{i1} + L_{i2}}{V_i} + \frac{L_d}{V_d}$$

L_{i1} : 延焼元建物の重心から外壁までの延焼距離

L_{i2} : 延焼先建物の重心から外壁までの延焼距離

L_d : 延焼元・延焼先建物の外壁間の延焼距離

V_i : 建物内の延焼速度

V_d : 建物間の延焼速度

図Ⅲ. 3-6-2 建物間の燃え移りイメージと建物に延焼するまでの時間 t

⑨ 焼失棟数

延焼シミュレーションにより得られたメッシュ別の焼失棟数期待値を集計することで市町ごとの焼失棟数を算定した。

(7) 建物被害のダブルカウントの除去

建物被害は、揺れによって全壊した後、津波に流出するなど、複数の要因で重複して被害を受ける可能性がある。

本調査では、複数の要因の重複を避けるため、「液状化⇒揺れ⇒土砂災害⇒津波⇒火災焼失」の順で被害を算定し、重複を除去する。

4. 人的被害

(1) 人口データの設定

人的被害想定に使用する人口データは、令和2年国勢調査²³による地域メッシュ統計データの夜間人口及び昼間人口を基本とする。

時刻別人口データは、和歌山県（2006）²⁴を参考として以下のように設定する。

表Ⅲ. 4-1-1 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²⁴

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
冬・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%
夏・昼	<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%
冬・夕方	<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%

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。

$$\begin{aligned} \text{木造住宅滞留人口} &= \text{住宅滞留人口} \\ &\quad \times \{ \text{木造住家棟数} / (\text{木造住家棟数} + \text{非木造住家棟数}) \} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{非木造住宅滞留人口} &= \text{住宅滞留人口} \\ &\quad \times \{ \text{非木造住家棟数} / (\text{木造住家棟数} + \text{非木造住家棟数}) \} \end{aligned}$$

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。

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

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

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。

$$\text{木造建物内滞留人口} = \text{木造住宅滞留人口} + \text{木造非住宅滞留人口}$$

$$\text{非木造建物内滞留人口} = \text{非木造住宅滞留人口} + \text{非木造非住宅滞留人口}$$

人流データを用いて設定する盆・夜における滞留人口は以下のように想定する。

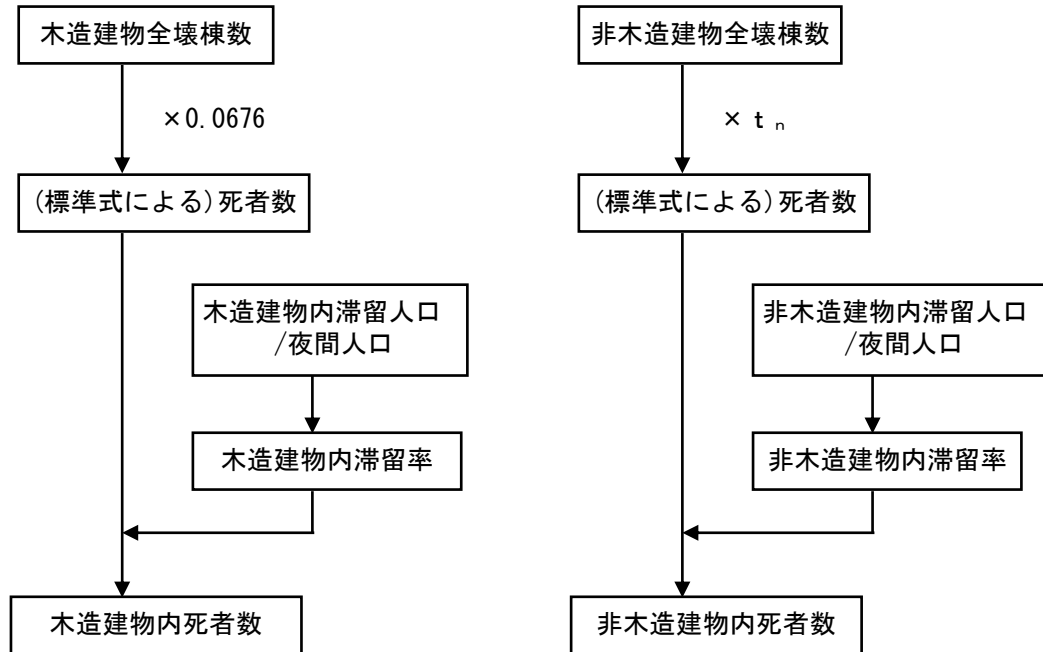
表Ⅲ.4-1-2 盆・夜の滞留人口の設定

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
盆・夜	<ul style="list-style-type: none"> ・ 全人口[人]=盆・夜（20時）人口[人] ・ 屋内人口[人]=0.90×盆・夜（20時）人口[人] ・ 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%

(2) 建物倒壊による人的被害

① 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。



図Ⅲ.4-2-1 建物倒壊による死者数算出フロー

② 死者数

- ・ 300人以上の死者が発生した近年の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×木造全壊棟数×木造建物内滞留人口／夜間人口

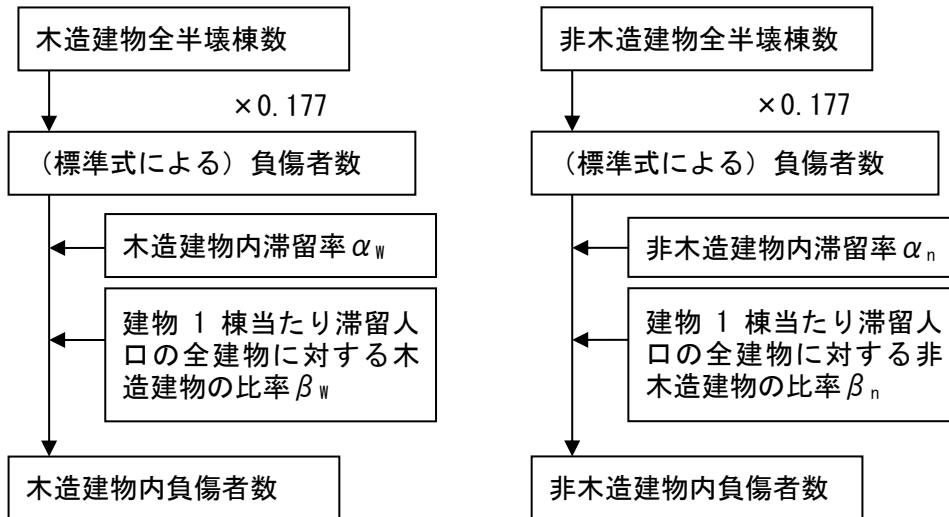
死者数（非木造）＝t_n×非木造全壊棟数×非木造建物内滞留人口／夜間人口

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

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）

③ 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。



図Ⅲ.4-2-2 建物倒壊による負傷者数の算出フロー

【算出式】

木造建物における負傷者数

$$= 0.177^* \times \text{揺れによる木造全半壊棟数} \times \alpha_w \times \beta_w$$

非木造建物における負傷者数

$$= 0.177^* \times \text{揺れによる非木造全半壊棟数} \times \alpha_n \times \beta_n$$

※建物倒壊による負傷者率

④ 重傷者数

重傷者数は、負傷者数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

$$= 0.100^* \times \text{揺れによる木造全壊棟数} \times \alpha_w \times \beta_w$$

非木造建物における負傷者数

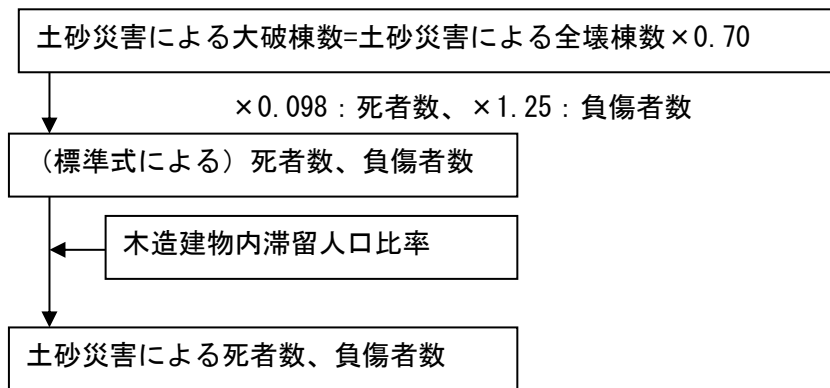
$$= 0.100^* \times \text{揺れによる非木造全壊棟数} \times \alpha_n \times \beta_n$$

※建物倒壊による重傷者率

(3) 土砂災害による人的被害

① 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。



図Ⅲ.4-3-1 土砂災害による人的被害の算出フロー

② 算出式

- ・東京都防災会議（1991）²⁵ 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。

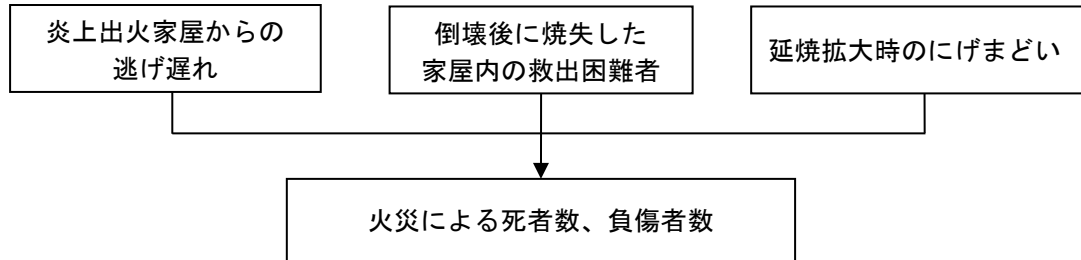
$$\text{崖崩れによる木造建物死者数} = \text{基本式} \times \frac{\text{当該時間の木造建物内滞留人口}}{\text{木造建物内滞留人口の24時間平均値}}$$

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

(4) 火災による人的被害

① 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。



図Ⅲ.4-4-1 火災による人的被害の算出フロー

表Ⅲ.4-4-1 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	延焼拡大時の逃げまどい	揺れによる建物被害で建物内に閉じ込められた後に延焼が及び、逃げられない人
	延焼拡大時の逃げまどい	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

② 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 = $0.055 \times \text{出火件数} \times (\text{発災時の屋内滞留人口} / \text{屋内滞留人口の24時間平均})$

※係数 0.055 は、平成 30 年～令和 4 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。

閉込めによる死者数

$$= \text{倒壊かつ焼失家屋内の救出困難な人} \times (1 - \text{生存救出率 } 0.387)$$

倒壊かつ焼失家屋内の救出困難な人

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

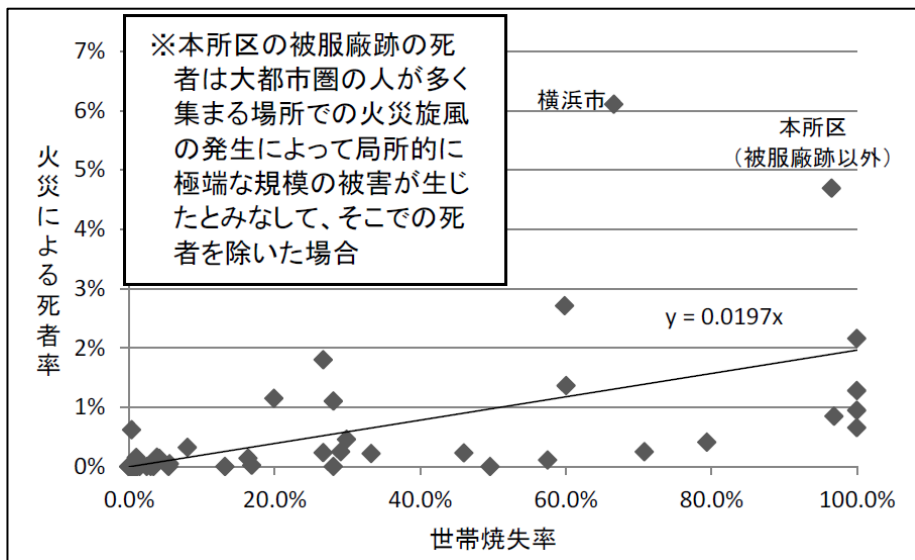
倒壊かつ焼失家屋内の要救助者数

$$= \text{建物倒壊による自力脱出困難者発生率} \\ \times \text{倒壊かつ焼失の棟数} / \text{倒壊建物数}$$

ウ 延焼中の逃げまどいによる死者数

延焼拡大時の逃げまどいによる死者数は、諸井・武村(2004)²⁶による関東大震災と、大火のうち被害が大きかった函館大火を基にした焼失率と火災による死者率の関係を適用して、次により算定する。

$$\text{死者数} = 0.0197 \times \text{世帯焼失率} \times \text{滞留人口}$$



図Ⅲ.4-4-2 火災による死者の増加傾向²⁰

※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う。

③ 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

$$=0.073 \times \text{出火件数} \times \text{発災時の屋内滞留人口} / \text{屋内滞留人口の24時間平均}$$

出火直後の火災による軽傷者数

$$=0.182 \times \text{出火件数} \times \text{発災時の屋内滞留人口} / \text{屋内滞留人口の24時間平均}$$

イ 延焼拡大時の逃げまどい

延焼火災による重傷者数 $=0.0053 \times \text{焼失率} \times \text{発災時の屋内滞留人口}$

延焼火災による軽傷者数 $=0.0136 \times \text{焼失率} \times \text{発災時の屋内滞留人口}$

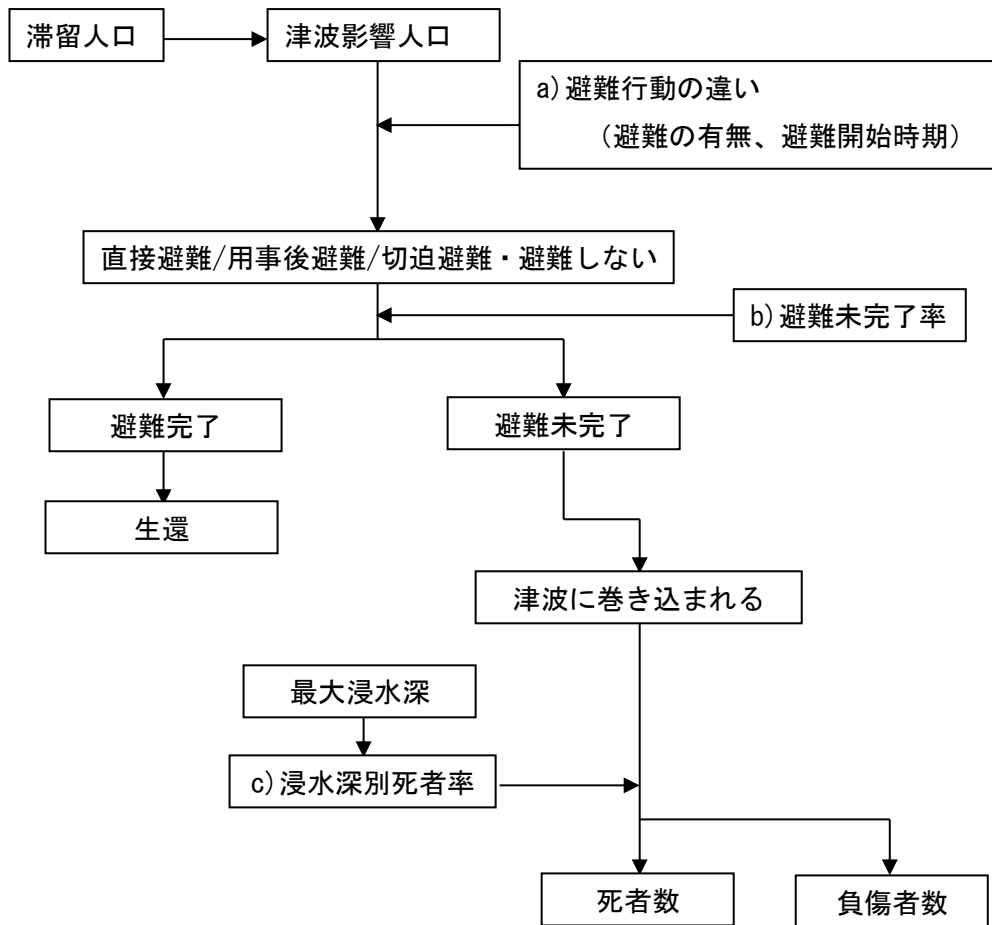
焼失率 $=\text{焼失棟数} \div \text{建物棟数}$

※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う。

(5) 津波による人的被害

① 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。
- ・ 計算メッシュ単位は5m+10mメッシュとする。



図Ⅲ.4-5-1 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

② 避難行動の違い（避難の有無、避難開始時期）

・内閣府（2025b）²⁰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、表Ⅲ.4-5-1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。

表Ⅲ.4-5-1 避難の有無、避難開始時期の設定²⁰

	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%

③ 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。

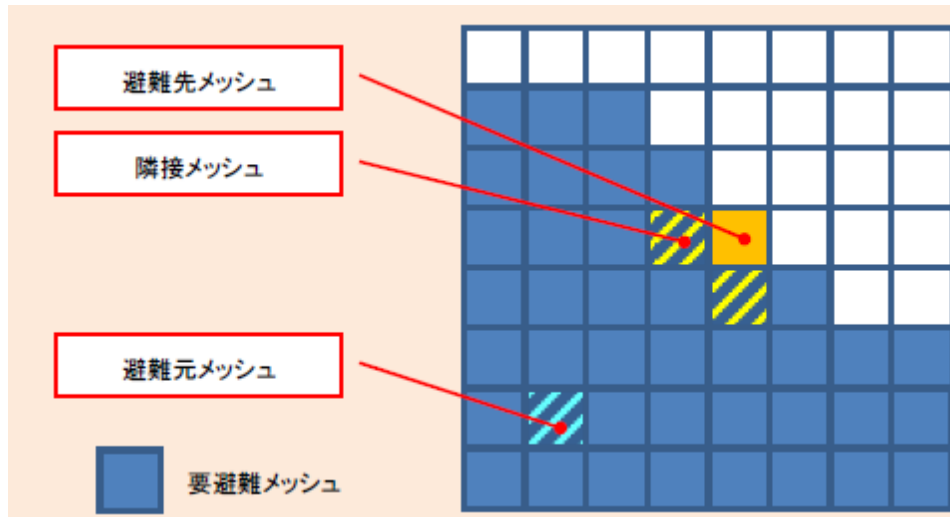
【避難判定方法】

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する。

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 1 cm 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。



図Ⅲ. 4-5-2 要避難メッシュ、避難先メッシュの設定²⁰

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、避難距離を下表の避難速度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。

【避難速度】

- ・ 前回調査では、東日本大震災時の実績値の速報に基づき設定された速度を採用したが、最新の国の被害想定手法に従い、平野部と傾斜部、健常者と避難行動要支援者及び同行者それぞれの歩行速度を設定する。
- ・ 避難行動要支援者同行の人数割合は地域における避難行動要支援者同行のデータを用い、要支援者1人につき2人が同行すると設定する。

表Ⅲ. 4-5-2 避難速度の設定²⁰

単位：km/h（括弧内はm/s）

	健常者	避難行動 要支援者同行 ^{※2}	全体
全体	2.43 (0.68)	1.69 (0.47)	2.24 (0.62)
平野部 ^{※1}	2.72 (0.76)	1.89 (0.53)	2.51 (0.70)
傾斜部 ^{※1}	1.73 (0.48)	1.20 (0.33)	1.59 (0.44)

平野部=勾配5%未満、傾斜部=勾配5%以上

※1：平野部は全体平均の1.12倍、傾斜部は全体平均の0.71倍に設定

※2：健常者の避難速度と避難行動要支援者同行の避難速度は、東日本大震災の実績から8：2の人数割合であったとして全体平均より設定。

【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。

表Ⅲ. 4-5-3 最大浸水深別の避難対象者²⁰

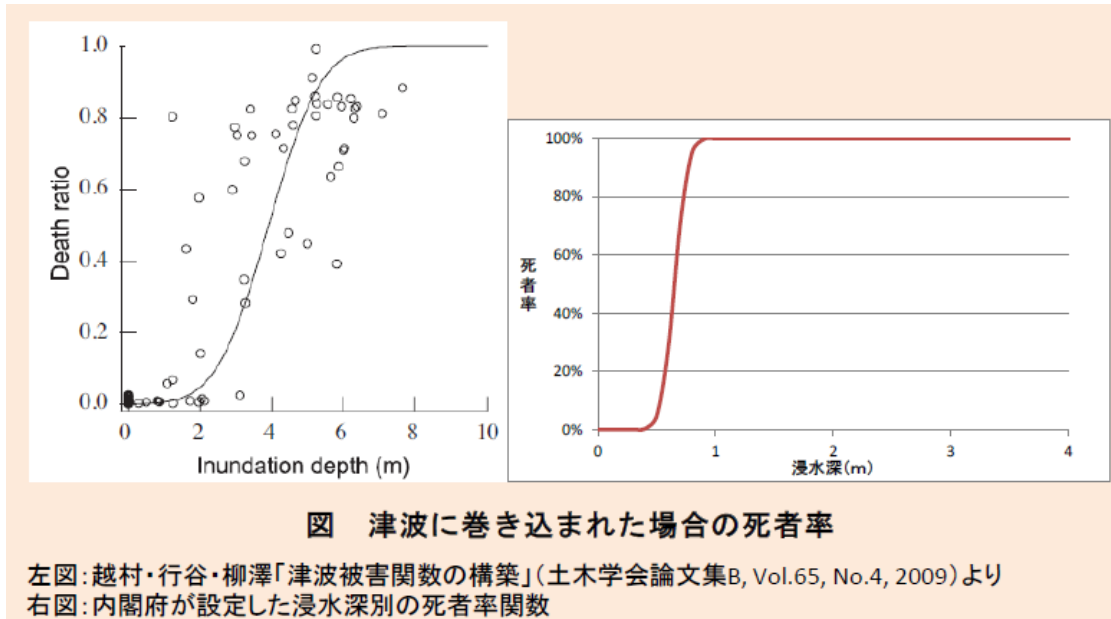
最大浸水深	避難対象者
30cm以上6m未満	1、2階滞留者が避難
6m以上15m未満	1～5階滞留者が避難
15m以上30m未満	1～10階滞留者が避難
30m以上の場合	全員避難

【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。

④ 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 1 m 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。



図Ⅲ. 4-5-3 浸水深別死者率²⁰

【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乗じるものとする。

メッシュ別の人的被害補正係数

$$= \Sigma (\text{年齢区分別比率} \times \text{年齢区分別重み係数})$$

$$= 15 \text{ 歳未満人口比率} \times 0.34 + 15 \sim 64 \text{ 歳人口比率} \times 0.62$$

$$+ 65 \sim 74 \text{ 歳人口比率} \times 1.79 + 75 \text{ 歳以上人口比率} \times 2.81$$

【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

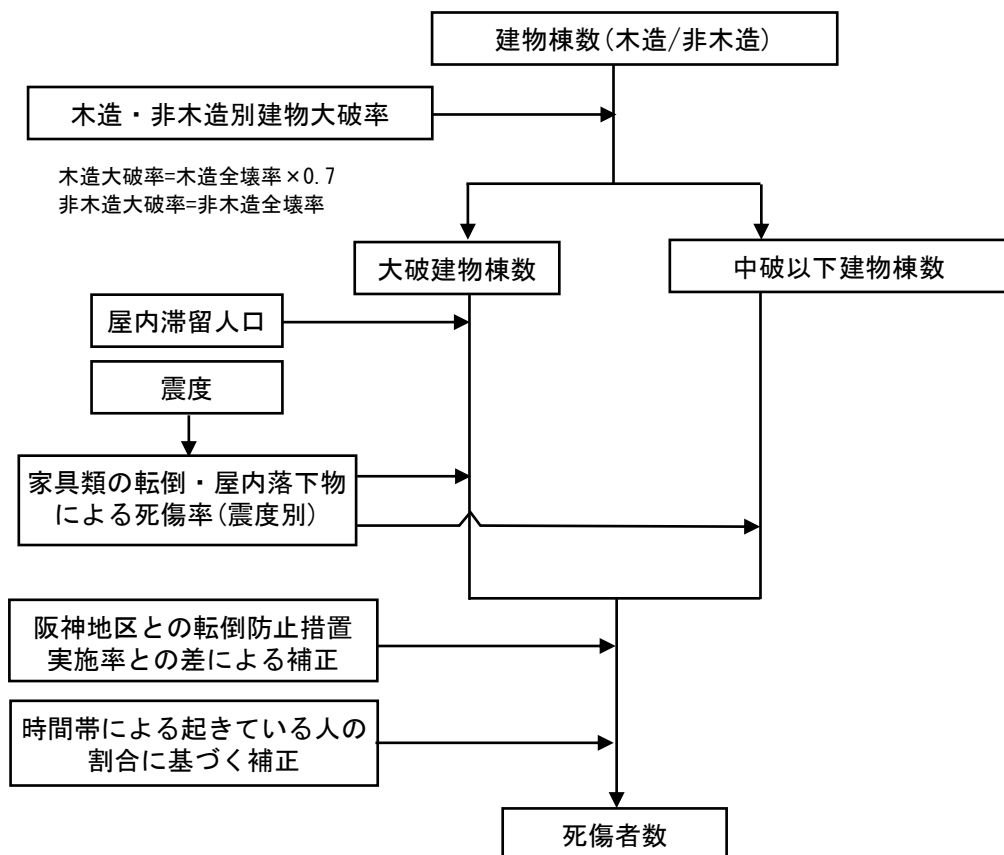
① 想定的基本的考え方

- ・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 15.3%：山口県政世論調査結果(令和6年度)値)

② 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(15.3%)との比を補正係数として乗じる。



図Ⅲ. 4-6-1 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

表Ⅲ. 4-6-1 屋内転倒物による死者率²⁰

震度階	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%	0.156%	0.00689%	0.000471%
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%

表Ⅲ. 4-6-2 屋内落下物による死者率²⁰

震度階	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%	0.000865%	0.0000682%
震度 5 強	0.0117%	0%	0.000407%	0.0000404%
震度 5 弱	0.00586%	0%	0.000204%	0.0000227%

表Ⅲ. 4-6-3 屋内ガラスによる死傷者率²⁰

震度階	死者率	負傷者率	重傷者率
震度 7	0.000299%	0.0564%	0.00797%
震度 6 強	0.000259%	0.0490%	0.00691%
震度 6 弱	0.000180%	0.0340%	0.00480%
震度 5 強	0.000101%	0.0190%	0.00269%
震度 5 弱	0.0000216%	0.00408%	0.000576%

表Ⅲ. 4-6-4 屋内転倒物による負傷者率²⁰

震度階	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%

表Ⅲ. 4-6-5 屋内落下物による負傷者率²⁰

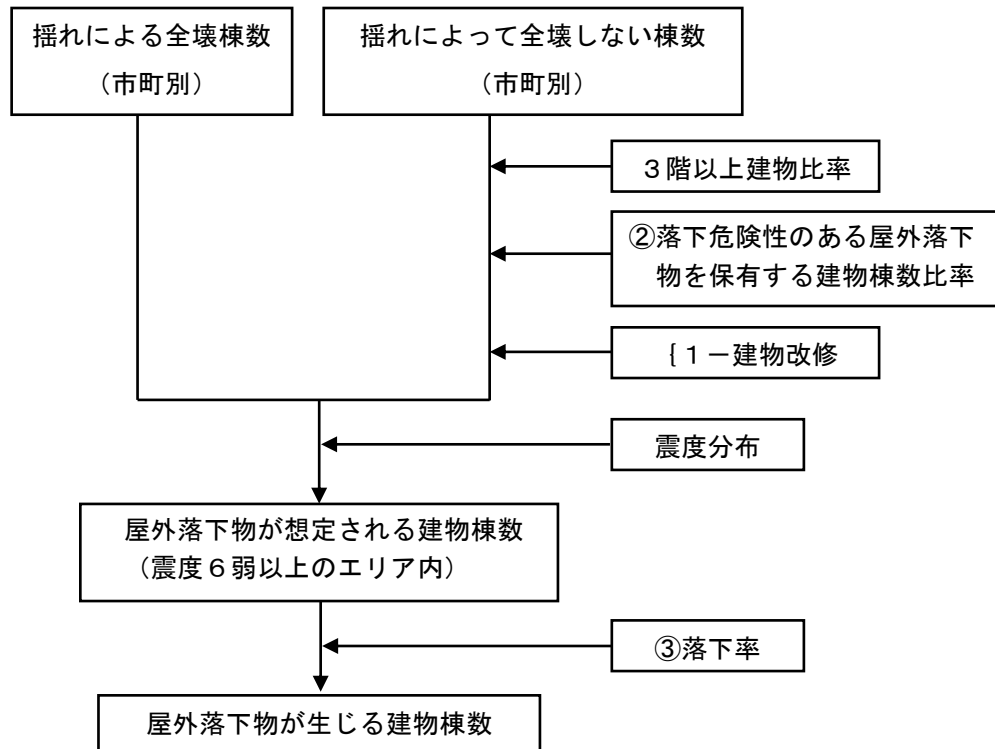
震度階	大破の場合		中破以下の場合	
	負傷者率	重傷者率	負傷者率	重傷者率
震度 7	1.76%	0.194%	0.0613%	0.00675%
震度 6 強	1.23%	0.135%	0.0428%	0.00471%
震度 6 弱	0.566%	0.0623%	0.0197%	0.00216%
震度 5 強	0.266%	0%	0.00926%	0.00102%
震度 5 弱	0.133%	0%	0.00463%	0.000509%

(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。

① 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(2006)²⁷で用いている平均改修率97.15%を用いる。



図Ⅲ.4-7-1 屋外落下物が生じる建物棟数算出フロー

【算出式】

落下物が生じる建物棟数 = 落下が想定される建物棟数 (震度6弱以上) × 落下率
落下が想定される建物棟数 = 揺れによる全壊棟数
+ 非木造3階以上建物 (全壊除く) × 落下物保有率 × (1 - 建物改修率)

② 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（1997）²⁸をもとに、対象となる建物の建築年別に設定する。

表Ⅲ. 4-7-1 落下危険性のある屋外落下物を保有する建物棟数比率²⁸

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%

③ 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）²⁸で設定したブロック塀の被害率と同じ式を用いる。

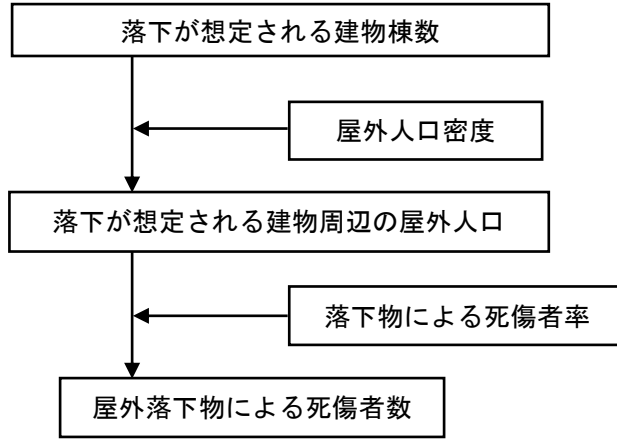
【算出式】

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

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

④ 屋外落下物による死傷者数

- ・1978年宮城県沖地震時の落下物による被害事例に基づき、静岡県（2001）²²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。



図Ⅲ. 4-7-2 屋外落下物による人的被害の算出フロー

【算出式】

死傷者数＝死傷者率

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

表Ⅲ. 4-7-2 屋外落下物による死傷者率²⁰

震度階	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 %

※東京消防庁火災予防審議会（2005）²⁹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

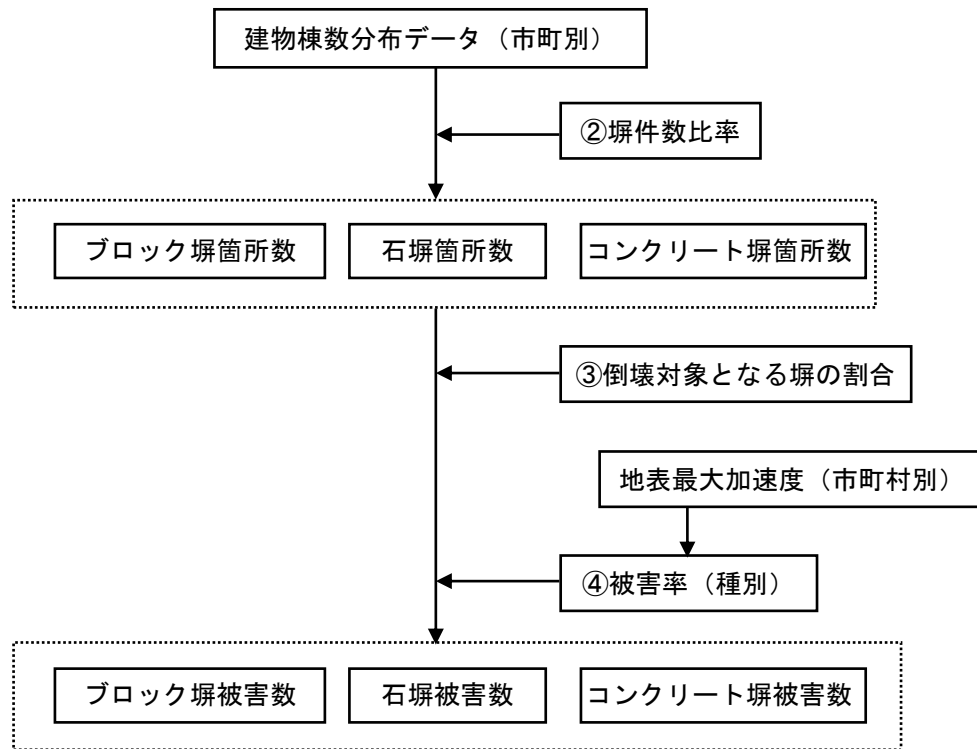
※震度 7 を計測震度 6.5 相当、震度 6 強以下を各震度階の計測震度の中間値として内挿補間する。

(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算出する。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。

① 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、石塀等の分布数を算出する。
- ・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算出する。
- ・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。



図Ⅲ.4-8-1 ブロック塀等による被害算出フロー

【算出式】

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

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

② 塀件数

- ・東京都（2022）³⁰ の木造建物 1 棟あたりのブロック塀等の存在割合（平均値）参考に、塀件数を算出する。

表Ⅲ. 4-8-1 塀件数の算出式³⁰

ブロック塀	石塀	コンクリート塀
0.173×(木造住宅棟数)	0.027×(木造住宅棟数)	0.016×(木造住宅棟数)

※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。

③ 倒壊対象となる塀の割合

- ・東京都（1997）²⁸ 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（1997）²⁸ 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。

表Ⅲ. 4-8-2 倒壊対象となる塀の割合²⁸

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

④ 被害率

- ・東京都（1997）²⁸ の手法に基づき、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から、市区町村別の平均加速度に対して下式を設定した。

【算出式】

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

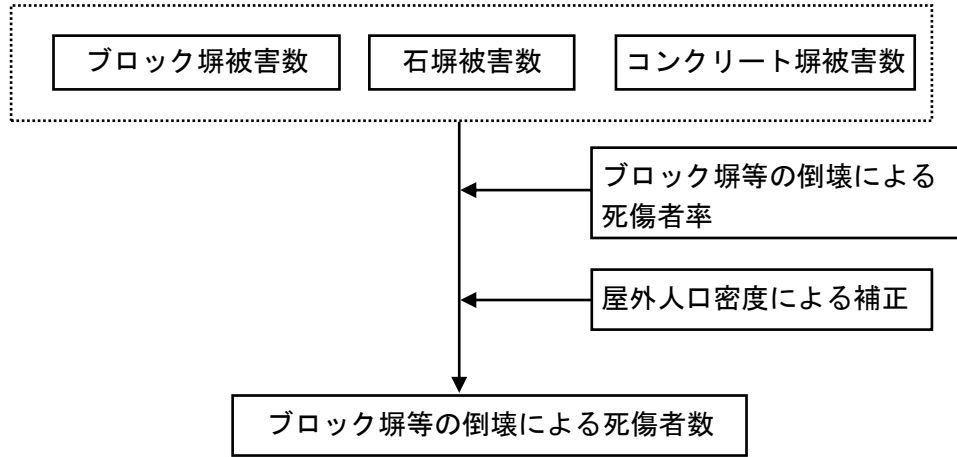
$$\text{石塀被害率 (\%)} = -26.6 + 0.168 \times \text{地表最大加速度 (gal)}$$

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

※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。

⑤ 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（1997）²⁸に基づき、1978年宮城県沖地震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。



図Ⅲ.4-8-2 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】

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

- ・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。

表Ⅲ.4-8-3 ブロック塀倒壊による死傷者率³¹

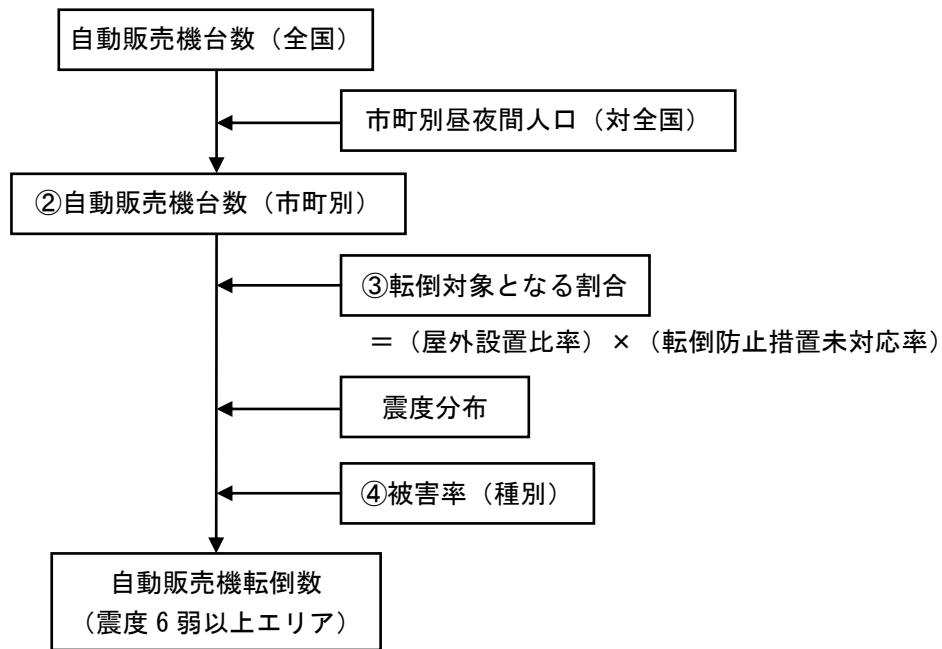
死者率	負傷者率	重傷者率
0.00116	0.04	0.0156

(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。

① 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。



図Ⅲ.4-9-1 自動販売機の転倒被害の算出フロー

【算出式】

自動販売機被害件数 = 転倒対象となる自動販売機台数 × 被害率

転倒対象となる自動販売機台数 = 自動販売機台数 × 屋外設置比率
× 転倒防止措置未対応率

② 自動販売機台数

- ・自動販売機の台数は、全国の台数(3,969,500台：令和4年末時点)を各市町に次の式で配分して算出する。

【算出式】

自動販売機台数 = 全国自動販売機台数 × (市町夜間人口 + 市町昼間人口)
÷ (全国夜間人口 + 全国昼間人口)

③ 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)

④ 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。

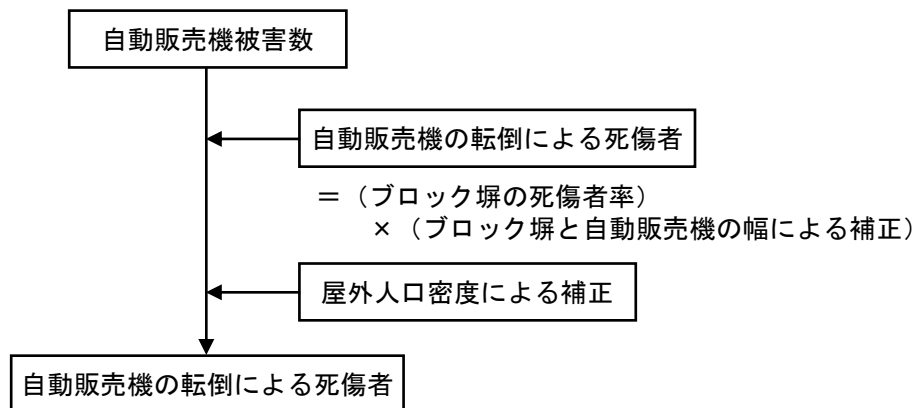
阪神・淡路大震災時の(概ね震度6弱以上の地域における)転倒率

25,880台 / 124,100台 = 約20.9%

(神戸市、西宮市、尼崎市、宝塚市、芦屋市、淡路市：全数調査)

⑤ 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。



図Ⅲ.4-9-2 自動販売機の転倒による人的被害の算出フロー

【算出式】

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

- ・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。

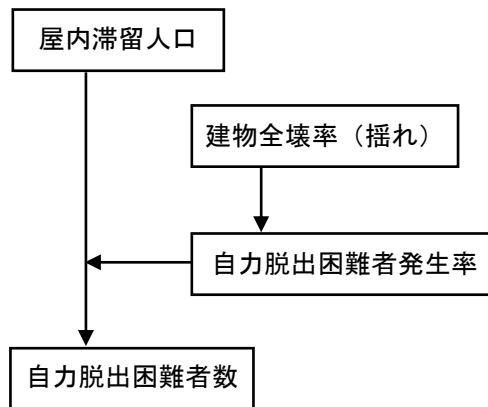
※東京都において、ブロック塀の幅は最大でおよそ 12.2m(=1棟あたり敷地面積の平方根)とし、自動販売機の幅については統計的な実測データは存在しないため、仮に1mとして、両者の比を設定する。

(10) 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算出する。

① 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（2001）²²や東京都（1997）²⁸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。



図Ⅲ. 4-10-1 自力脱出困難者数の算出フロー

【算出式】

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

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

② 自力脱出困難者発生率（下敷き・生き埋め者率）

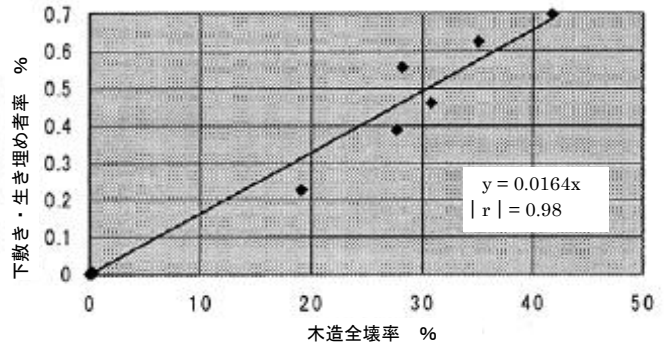
- ・ 阪神・淡路大震災における木造建物の全壊率と消防団によって救出された要救助者率の関係は次のように表される²⁸。

消防団によって救出された下敷き・生き埋め者率=0.0164×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。

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」



図Ⅲ. 4-10-2 木造全壊率と（消防団によって救出された）下敷き・生き埋め者率の関係

- ・ 阪神・淡路大震災の人命救助実態³⁰について、神戸市東灘区で行われた聞き取り調査の結果³²では、救出者の内訳における「消防団」の割合は14%であった。

【算出式】

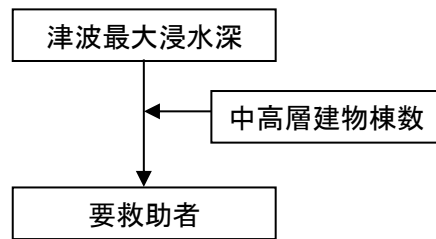
$$\begin{aligned}
 \text{自力脱出困難者発生率} &= \text{消防団に救助された下敷き・生き埋め者率} \div 0.14 \\
 &= 0.0164 \times \text{建物全壊率} \div 0.14 \\
 &= 0.117 \times \text{建物全壊率}
 \end{aligned}$$

(11) 津波被害に伴う要救助者・要搜索者

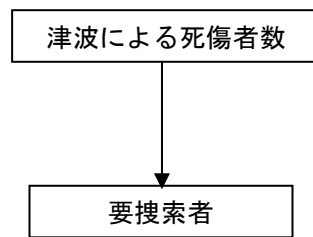
建物の倒壊によって下敷き・生き埋めとなり、救助が必要となる自力脱出困難者の数を算出する。

① 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。



図Ⅲ. 4-11-1 津波被害に伴う要救助者算出フロー



図Ⅲ. 4-11-2 津波被害に伴う要搜索者算出フロー

【算出式】

要救助者数＝最大浸水深 1 m 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）

② 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にその場にとどまる場合を考慮しており、その結果、中高層階に滞留する人が要救助者となると考え、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 1 m 未満の場合には中高層階に滞留した人でも自力で脱出が可能であると考え、中高層階滞留に伴う要救助者は最大浸水深 1 m 以上の地域で発生するものとする。
- ・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。

表Ⅲ. 4-11-1 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
1 m 未満	(自力脱出可能とみなす)
1 m 以上 6 m 未満	3 階以上の滞留者が要救助対象
6 m 以上 15m 未満	6 階以上の滞留者が要救助対象
15m 以上	11 階以上の滞留者が要救助対象

③ 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する。 (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。)

【算出式】

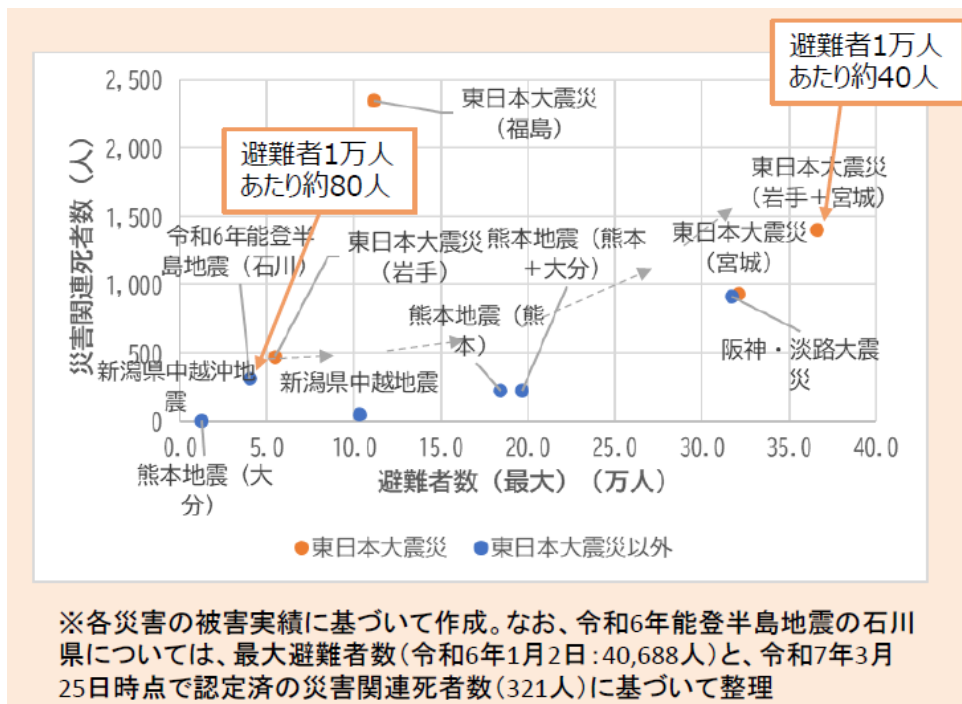
津波被害に伴う要搜索者数（最大値）＝津波による漂流者数（＝死傷者数）

(12) 災害関連死

東日本大震災の岩手県・宮城県や、令和6年能登半島地震の石川県における災害関連死者数と最大避難者数の関係に基づいて推計する。

なお、推計結果については以下の2点に留意が必要である。

- ・南海トラフ巨大地震による影響は超広域・長期間にわたる可能性がある中で、上記の定量的な推計では評価しきれないような災害関連死の増大要因も考え得る。
- ・災害関連死の認定に関する基準等が自治体によって異なる点が災害関連死者数の統計データに影響している可能性がある。



図Ⅲ.4-12-1 災害関連死者数と最大避難者数の関係²⁰

5. ライフライン被害

(1) 上水道

県内の上水道管について、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。

① 上水道管延長データ

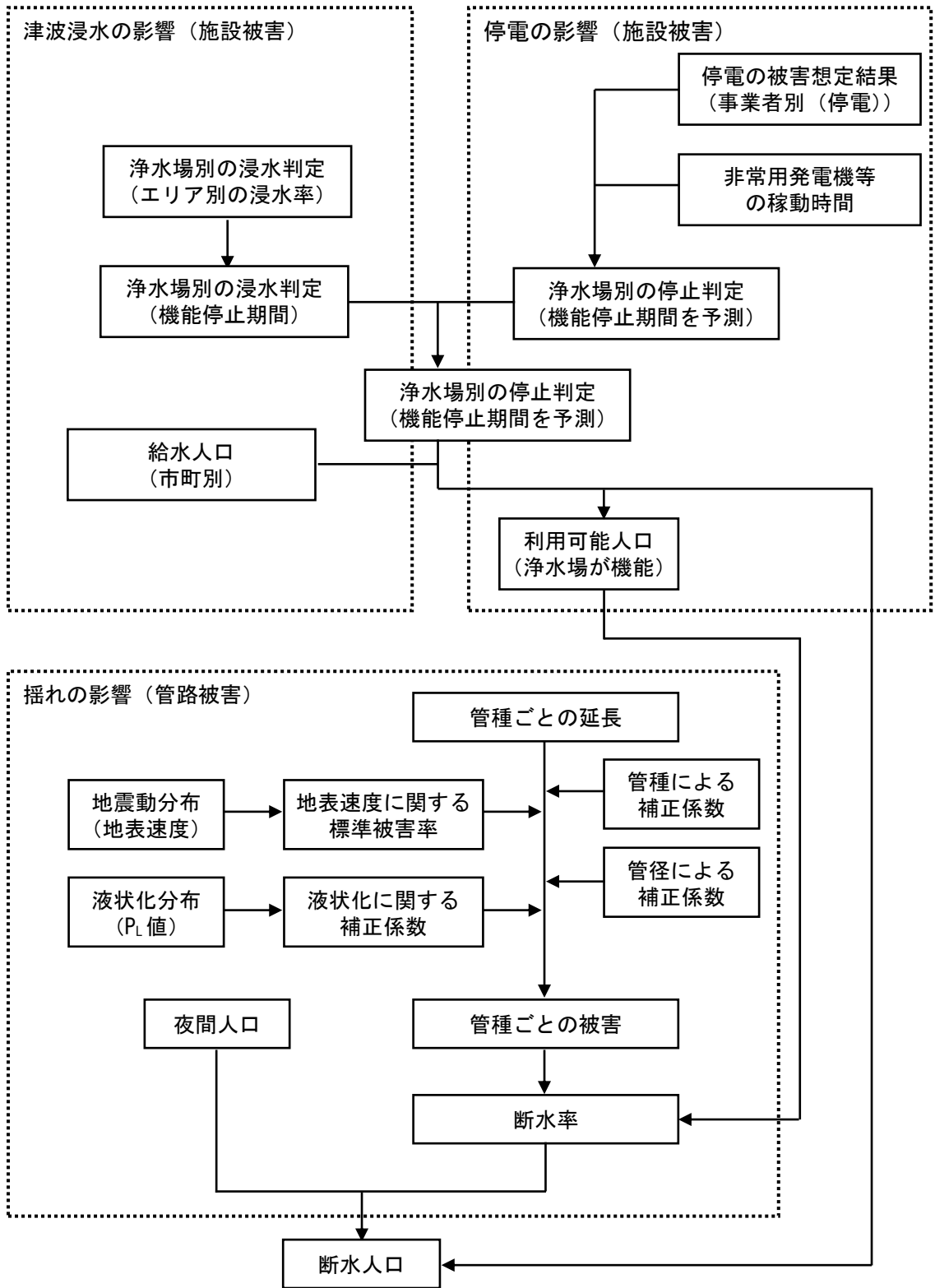
市町及びより簡易水道や水道管（導水管、送水管、給水管を除く配水本管、配水支管）について管種・管径ごとの延長データ及び位置情報を収集し、メッシュ単位で整理する。この時、位置情報が得られない上水道管データについては、道路延長データを指標とし、上水道管延長をメッシュ単位で按分した。

なお、以下の理由より、本調査では工業用水道を除外する。

- ・工業用水道は、住民の居住・生活区域に供給される水道ではなく、断水被害が発生しても住民に直接的な被害はない（住民の生活困窮の要因にはなりえない）。
- ・工業用水道の被害も断水率に計上すると、断水人口を過大に評価する恐れがある。

② 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、前回調査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（1996）³⁷の手法を用いる。



図Ⅲ. 5-1-1 上水道の断水人口算出フロー

【算出式】

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

【津波浸水の影響（施設被害）】

- ・ 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（5m、10m メッシュ）が 1 m 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（125m、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） = $2.24 \times 10^{-3} \times (\text{地表速度 (cm/s)} - 20)^{1.51}$
- ・ 管路被害の断水人口 = 断水率 × 夜間人口

表Ⅲ. 5-1-1 液状化危険度ランクによる補正係数³⁶

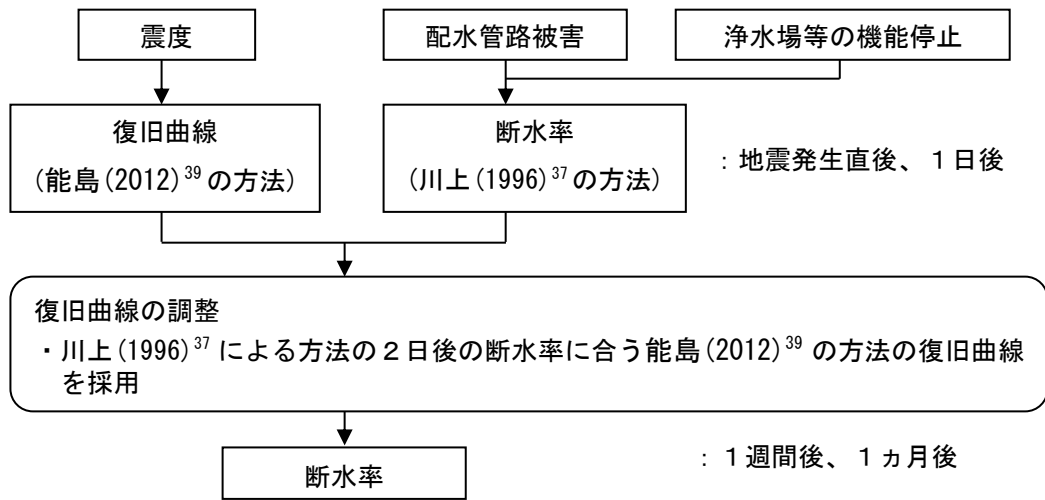
P _L 値ランク	P _L =0.0	0.0<P _L ≤5.0	5.0<P _L ≤15.0	15.0<P _L
補正係数	1.0	1.2	1.5	3.0

表Ⅲ. 5-1-2 管種管径別の補正係数³⁶

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				

【復旧予測】

- ・徳島県（2013）³⁸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。
- ・川上（1996）³⁷より、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て断水率を算出する。
- ・1週間後、1ヶ月後の断水率については、川上（1996）³⁷より2日後まで算出し、以後の復旧推移には能島（2012）³⁹による方法を採用し、川上（1996）³⁷による方法と連続するように調整する。



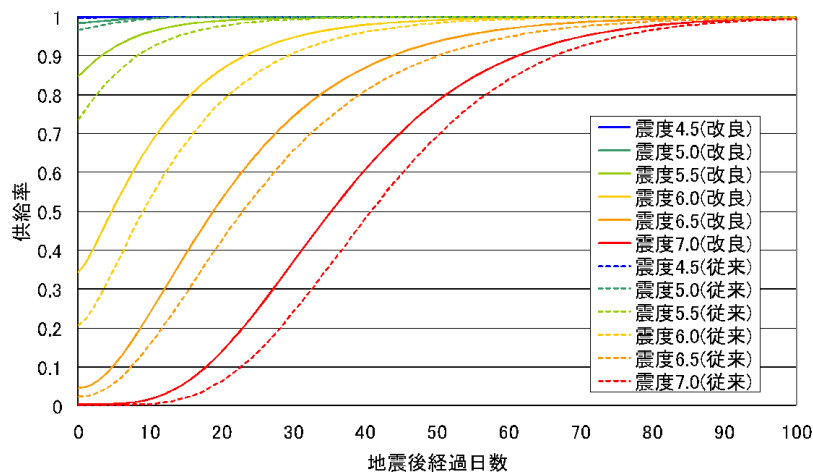
図Ⅲ. 5-1-2 断水率と復旧推移の算出フロー

※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）⁴⁰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（2012）³⁹を用いる。



図Ⅲ. 5-1-3 復旧予測に用いる上水道の供給率曲線

(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。

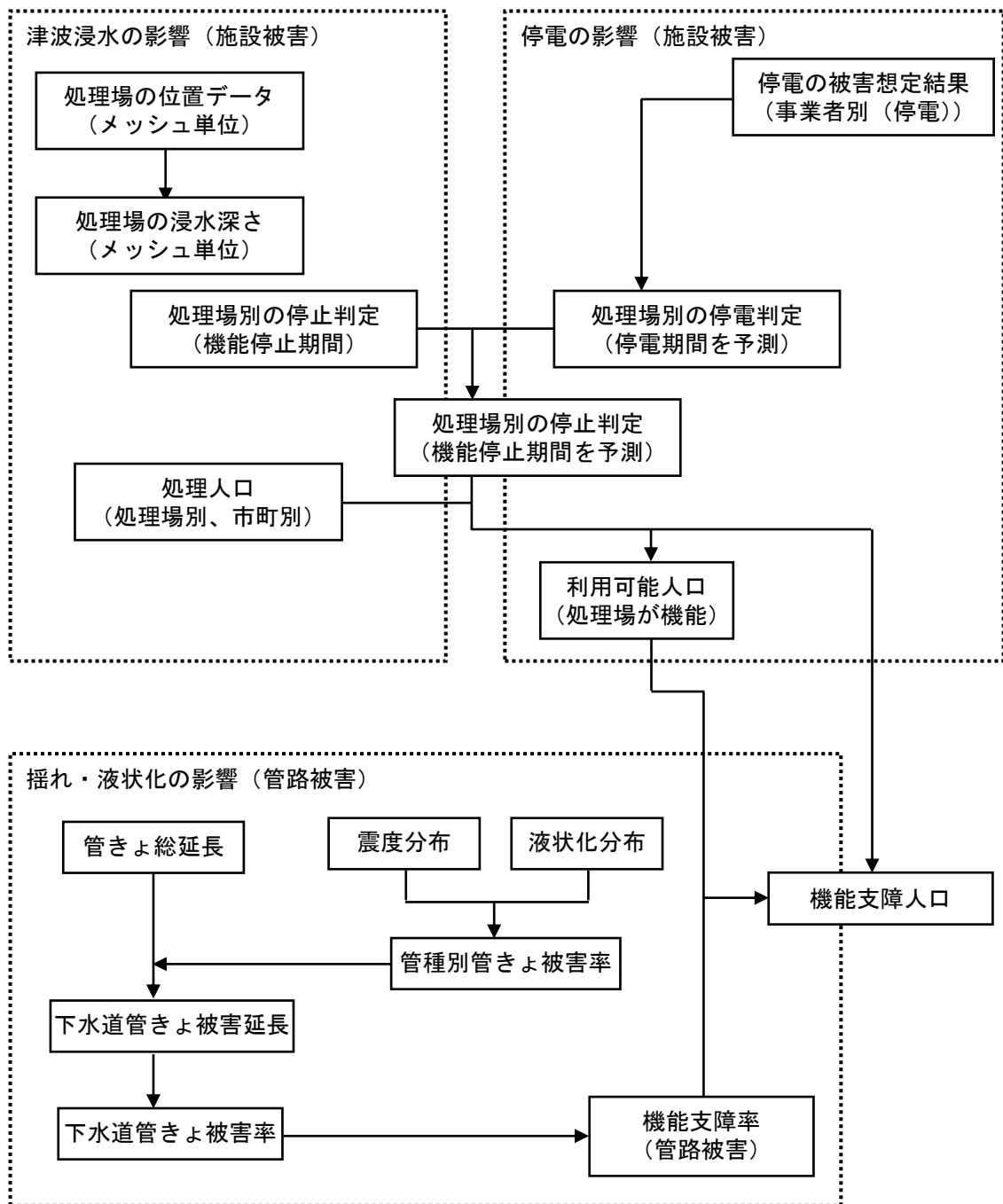
① 下水道管きょ延長データ

市町及び県都市計画課より、県民生活への影響の大きい污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。この時、位置情報が得られない上水道管データについては、道路延長データを指標とし、上水道管延長をメッシュ単位で按分した。

ただし、県内全域で下水道が整備されているわけではないため、各市町の下水道整備区域図等をもとに、下水道整備区域があるメッシュ内の道路延長＝水道管の延長とする。

② 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ことで、下水道機能支障人口を算出する。



図Ⅲ.5-2-1 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（5m、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（125m、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 P_L 値別の管種別被害率を用いて管路被害を算出する。

表Ⅲ.5-2-2 管種別被害率⁴¹

（単位：％）

管種	震度		震度階				
			5弱	5強	6弱	6強	7
塩ビ管・陶管	P_L 値	液状化					
		すべて	1.0	2.3	5.1	11.3	24.8
その他の管	P_L 値	$15.0 < P_L$	0.6	1.3	3.0	6.5	14.5
		$5.0 < P_L \leq 15.0$	0.5	1.0	2.2	4.8	10.7
		$0.0 < P_L \leq 5.0$	0.4	0.9	2.0	4.5	9.8
		$P_L = 0.0$	0.4	0.9	1.9	4.2	9.2

【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ヶ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、内閣府（2007）³⁶、東京都（2006）²⁷、鳥取県（2005）⁴²をベースに、津波浸水による被害については内閣府（2025b）²⁰の方法を用いる。

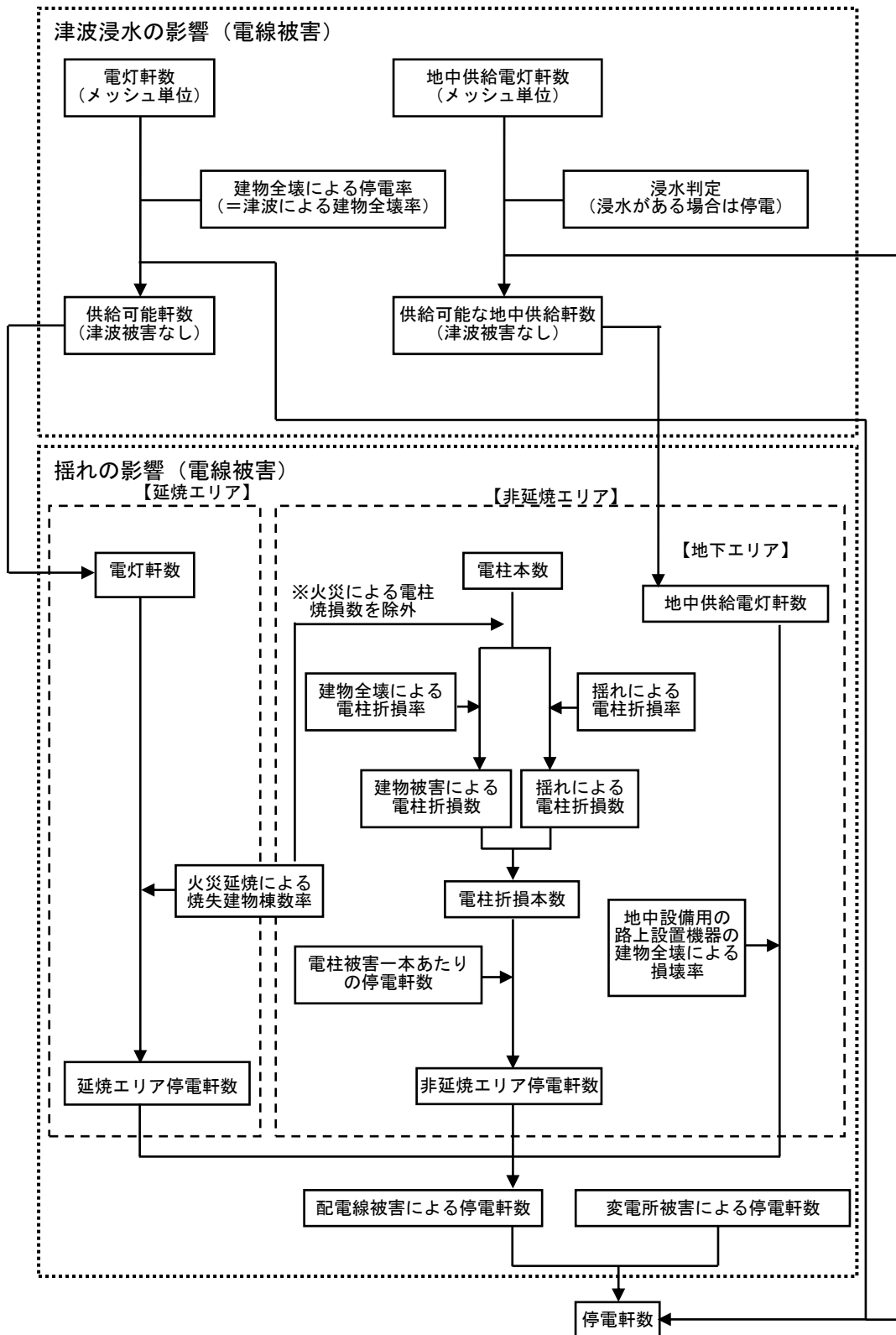
① 電力設備データ

中国電力ネットワーク（株）の協力により、県内7箇所のネットワークセンター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、メッシュ内の建物棟数に応じて配分し想定に用いる。架空配電線の径間互長データは、中国電力ネットワーク（株）管内の電柱本数と架空配電線の総延長より設定する。

② 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）より算出する。
- ・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、「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、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、一部の変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。



図Ⅲ. 5-3-1 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（125m、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×配電線の被害率（％）^{0.35}
- ・配電線被害率（％）＝100×被害亘長（km）／架空配電線の亘長（km）
- ・被害亘長（km）＝a×b×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：架空配電線の径間亘長(km／亘長)＝全亘長／（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）⁴²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×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。
- ・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。

(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、内閣府（2006）⁴³、内閣府（2007）³⁶、東京都（2006）²⁷をベースに、津波浸水及び停電による被害については内閣府（2025b）²⁰の方法を用いる。

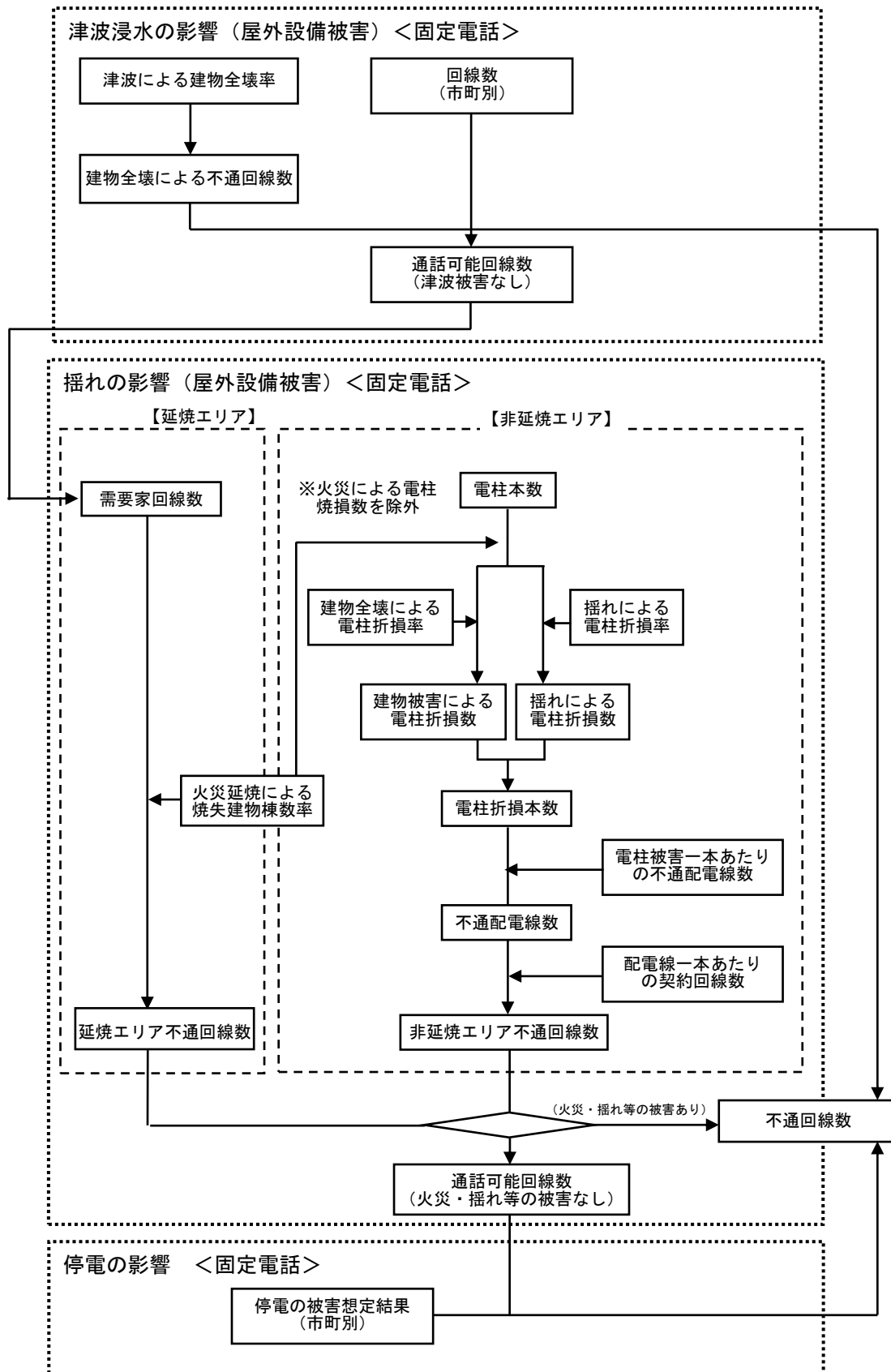
① 通信設備データ

（株）NTT西日本ー山口の協力により、県内の19市町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、メッシュ内の建物棟数に応じてメッシュに配分し、被害想定に用いる。

② 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算出する。
- ・ 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。



図Ⅲ.5-4-1 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（1997）²⁸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

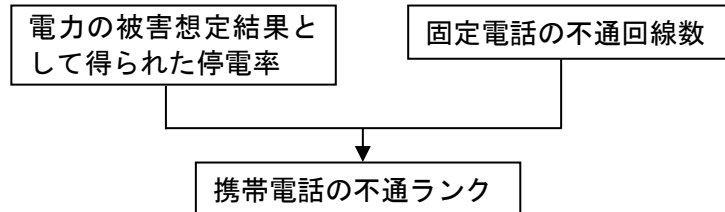
- ・電柱被害本数＝電柱本数×建物全壊による電柱折損率
- ・建物全壊による電柱折損率＝0.17155×建物全壊率
（阪神・淡路大震災の被害実態に基づく）
- ・建物全壊率＝木造建物全壊棟数／木造建物棟数
※阪神・淡路大震災時の実態は戸建住宅の全壊率を対象としている。

【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。



図Ⅲ.5-4-2 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%)

表Ⅲ.5-4-1 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。

(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。

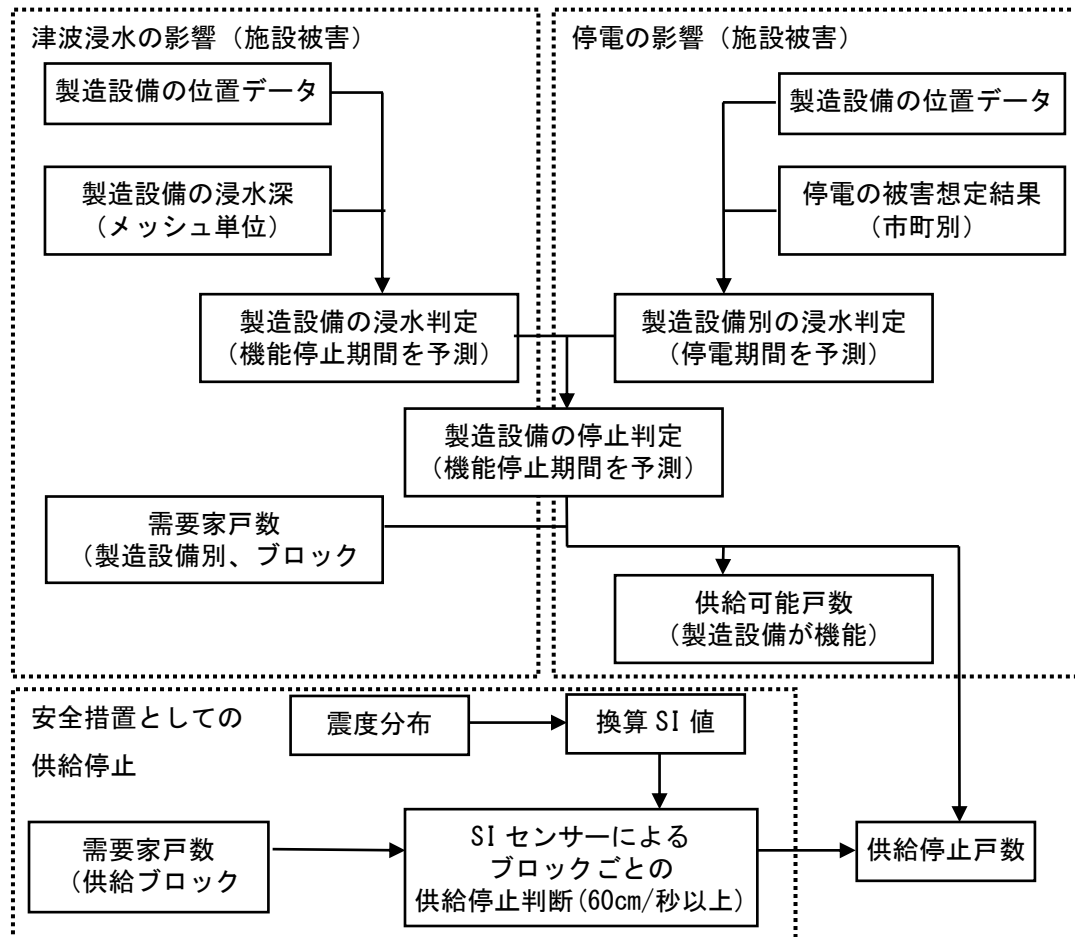
想定手法は、内閣府（2007）³⁶をベースに、津波浸水及び停電による被害については内閣府（2025b）²⁰の方法を用いる。

① ガス設備データ

山口合同ガス（株）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。

② 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。



図Ⅲ.5-10 ガス供給停止件数の算出フロー

【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 1 m 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（125m または 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

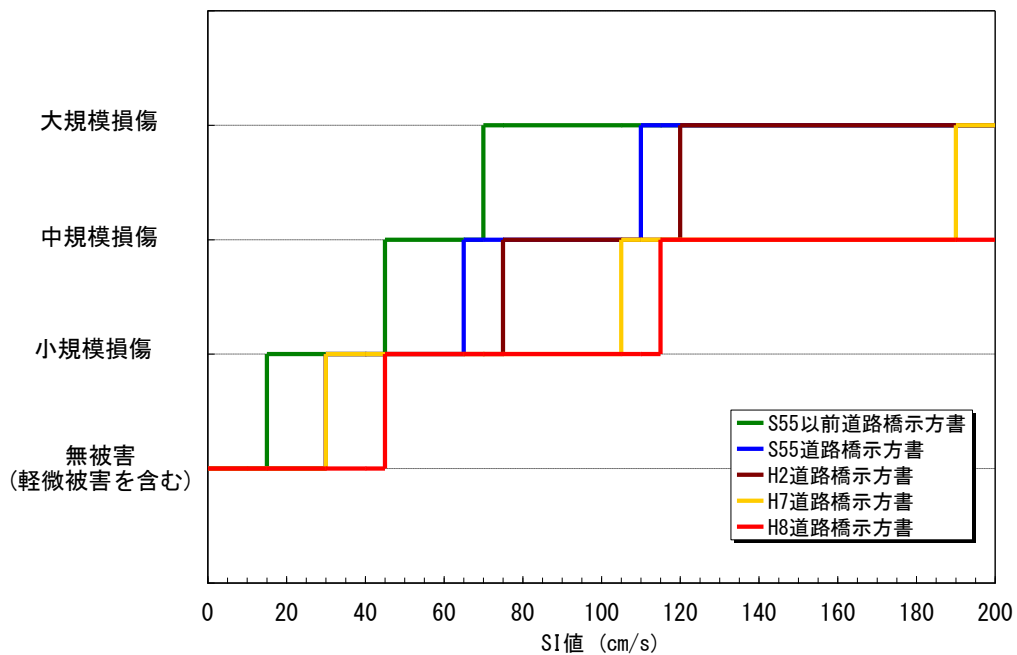
緊急輸送道路のうち、山口県が管理する橋梁（橋長 15m以上）、トンネル、盛土、切土・斜面を対象として、震度分布をもとに被害想定を行う。橋梁については個別橋梁ごとの損傷程度を算定し、トンネル、盛土及び切土・斜面については被害箇所数をメッシュ単位に算定する。想定手法は、橋梁については日下部ら（2004）⁴⁴、それ以外は和歌山（2006）²⁴を用いる。

① 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。

② 橋梁の想定手法

橋梁の被害は、日下部ら（2004）⁴⁴に基づき、道路橋示方書年次と所在地におけるSI値に応じた被災レベルで想定する。なお、示方書年次のデータが無かったため、架橋年次から示方書年次を推定した。また、示方書年次が平成8年以降の橋梁及び耐震補強対策が実施されている橋梁は平成8年の被災レベルを準用する。



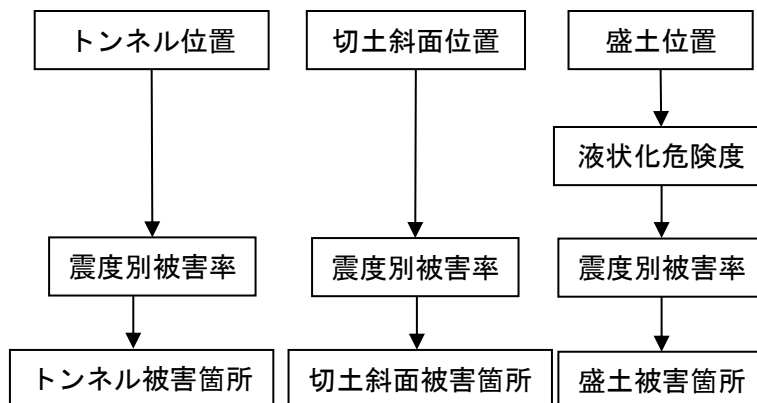
図Ⅲ.6-1-1 地震動強さ(SI値)と被災レベルの関係

表Ⅲ.6-1-1 地震動強さ別被害状態及び被害率

示方書 SI値	昭和55年以前	昭和55年	平成2年	平成7年	平成8年
10以下	無被害	無被害	無被害	無被害	無被害
10	軽微な被害	軽微な被害	軽微な被害	軽微な被害	軽微な被害
15	小規模損傷				
30					
40					
45	中規模損傷	小規模損傷	小規模損傷	小規模損傷	
65					
70	中規模損傷	中規模損傷	中規模損傷		
75					
105		大規模損傷 (落橋)	中規模損傷	中規模損傷	
110	大規模損傷 (落橋)		大規模損傷 (落橋)	大規模損傷 (落橋)	
115					
120	中規模損傷				
190以上				大規模損傷 (落橋)	

③ トンネル、盛土及び切土・斜面の想定手法

- ・道路施設におけるトンネル、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。



図Ⅲ.6-1-2 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、次の式により算出する。

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

- P : 対象区間の被害箇所数 (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 : 対象区間内のトンネルの全箇所数 (箇所)
 n2 : 対象区間内の盛土の全箇所数 (箇所)
 n3 : 対象区間内の切土・斜面の全箇所数 (箇所)

表Ⅲ. 6-1-2 トンネルの被害率²⁴

(単位：箇所/トンネル箇所)

震度階	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

表Ⅲ. 6-1-3 切土・斜面の被害率²⁴

(単位：箇所/ (切土・斜面) km)

震度階	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

表Ⅲ. 6-1-4 盛土の被害率²⁴

(単位：箇所/盛土 km)

震度階	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

(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内閣府（2025b）²⁰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。

① 道路延長データ

市販の道路網データ（TMI 道路地図 V2023）⁴⁵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。

表Ⅲ.6-2-1 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)
2,376	16,066	18,442

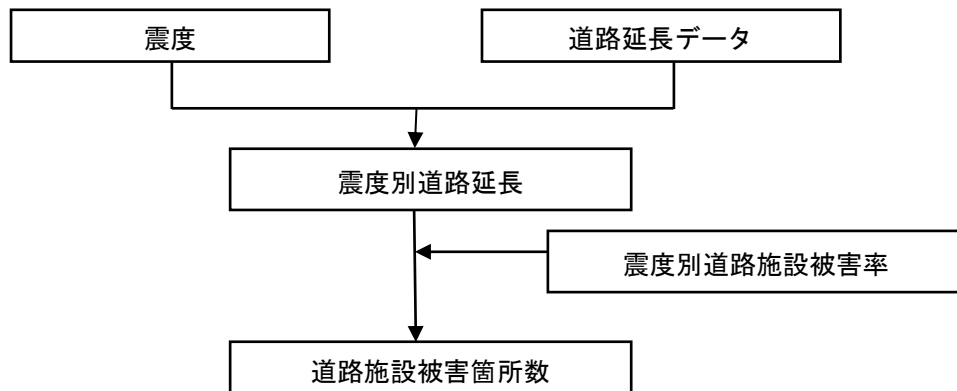
【算出式】

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

② 想定手法

- ・道路の被害想定は、内閣府（2013b）⁴⁶の手法に基づき、津波による非浸水域では揺れによる被害を算定し、浸水域では津波浸水による影響を算定した。
- ・ただし、津波浸水域においても、揺れによる被害が大きい場合があるため、揺れによる被害と津波による被害のいずれか大きい方を採用した。

ア 揺れによる道路被害



図Ⅲ.6-2-1 道路施設被害箇所（津波浸水域外）の算出フロー

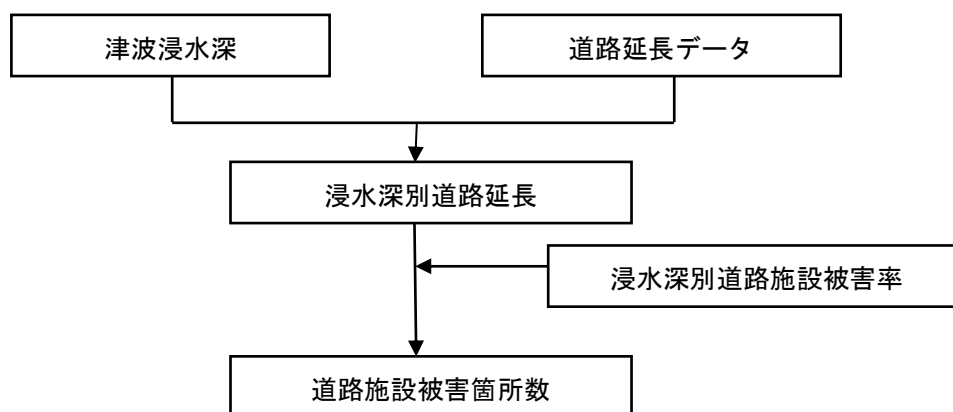
【算出式】

被害箇所数 = 震度別道路延長 (km) × 道路施設被害率 (箇所/km)

表Ⅲ. 6-2-2 震度別道路施設被害率（津波浸水域外）²⁰

震度階	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

イ 津波による道路被害



図Ⅲ. 6-2-2 道路施設被害箇所（津波浸水域内）の算出フロー

【算出式】

$$\text{被害箇所数} = \text{浸水深別道路延長 (km)} \times \text{浸水深別道路施設被害率 (箇所/km)}$$

表Ⅲ. 6-2-3 浸水深別道路施設被害率（津波浸水域内）²⁰

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
1 m 未満	0. 13	0. 058
1 m～ 3 m	0. 37	0. 16
3 m～ 5 m	0. 65	0. 29
5 m～10m	1. 52	0. 68
10m 以上	2. 64	1. 17

(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内閣府（2025b）²⁰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。

① 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する。

表Ⅲ. 6-3-1 鉄道延長データ

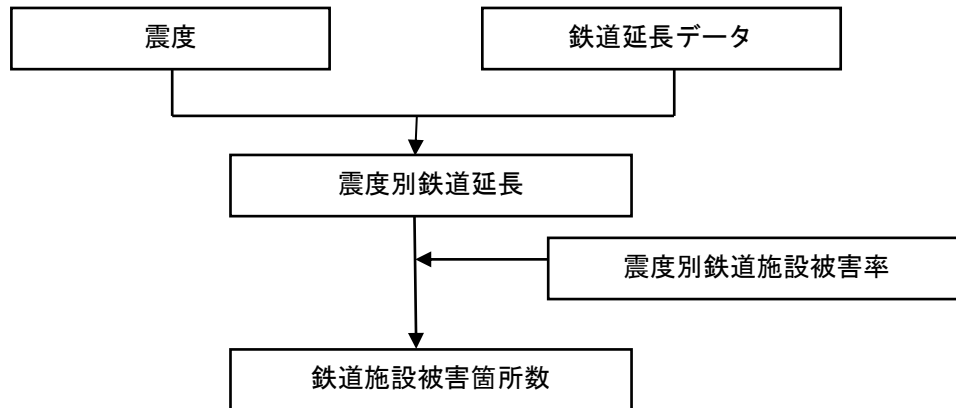
新幹線 (km)	在来線など (km)	合計 (km)
140	573	713

【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

② 揺れによる鉄道被害



図Ⅲ. 6-3-1 鉄道施設の被害箇所（津波浸水域外）の算出フロー

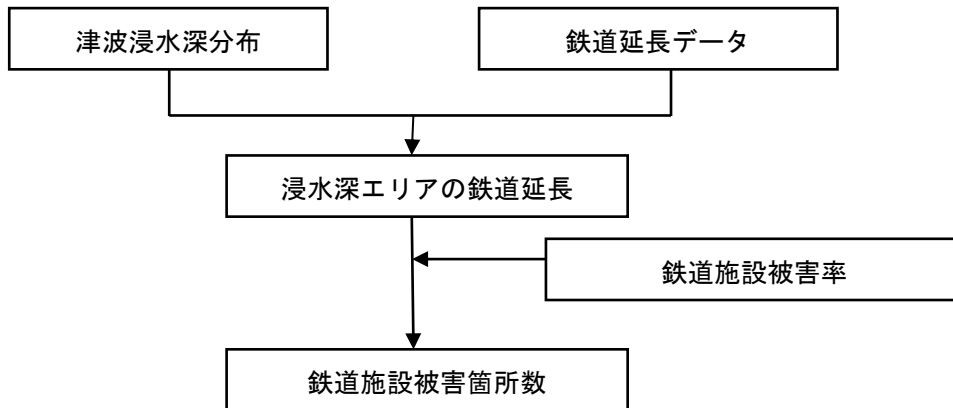
表Ⅲ. 6-3-2 震度別鉄道施設被害率（津波浸水域外）²⁰

震度階	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

【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)

③ 津波による鉄道被害



図Ⅲ. 6-3-2 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)

表Ⅲ. 6-3-3 鉄道施設被害率（津波浸水域内）²⁰

	被害率 (箇所/km)
津波浸水域内	1.97

(4) 港湾

港湾の被害として、揺れ及び津波による港湾施設（係留施設）の被害を算定する。

① 港湾施設データ

本調査においては、県内の国勢拠点港湾、重要港湾、地方港湾のうち山口県が管理する港湾における岸壁、物揚場を対象として被害を算定する。

なお、地方港湾については、各港内の公共係留施設の代表1施設を対象として、被害程度を算出する。被害程度の算定においては、算定に必要なデータが揃っている施設のみを対象とし、また、天端高が把握できない施設については揺れによる被害のみ検討した。

表Ⅲ.6-4-1 県内港湾施設数と検討対象施設数

区分	港名	係留施設	
		(全施設数 ^{※1})	(検討対象施設数 ^{※2})
国際拠点港湾	徳山下松港	86	86
	下関港	23	23
重要港湾	岩国港	55	55
	三田尻中関港	30	30
	宇部港	53	53
	小野田港	6	6
地方港湾	由宇港	12	1
	大島港	1	1
	小松港	9	1
	久賀港	8	1
	安下庄港	16	1
	伊保田港	12	1
	白木港	7	1
	沖浦港	4	1
	柳井港	12	1
	室津港	5	1
	平生港	11	1
	山口東港	2	1
	特牛港	13	1
	角島港	28	1
	油谷港	11	1
	萩港	9	1
	柱島港 ^{※3}	1	1
櫃島港 ^{※3}	1	1	
合計		415	271

※1 各港湾における施設数（岸壁、物揚場、浮桟橋、船揚場、棧橋）

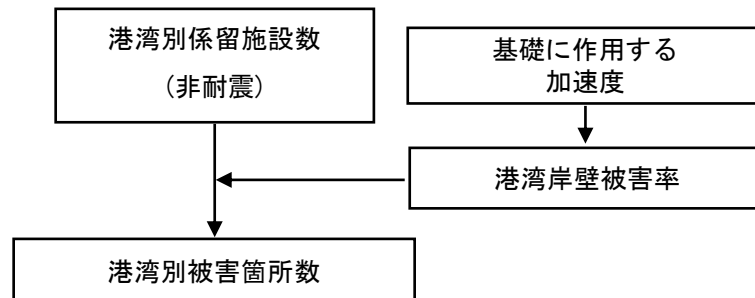
※2 被害想定対象となる施設数（岸壁・物揚場）。

※3 地方港湾は県管理の港湾を被害想定の対象とし、以下に示す市町管理の港湾は対象外とする。ただし、柱島港及び櫃島港については、離島の港湾として被害想定対象（参考）とする。

・市町管理：青江港、秋穂港、山口東港

なお、県管理の丸尾港、厚狭港については、小規模港湾で水深も浅く、詳細な施設データがないため対象外とする。

② 揺れによる港湾被害



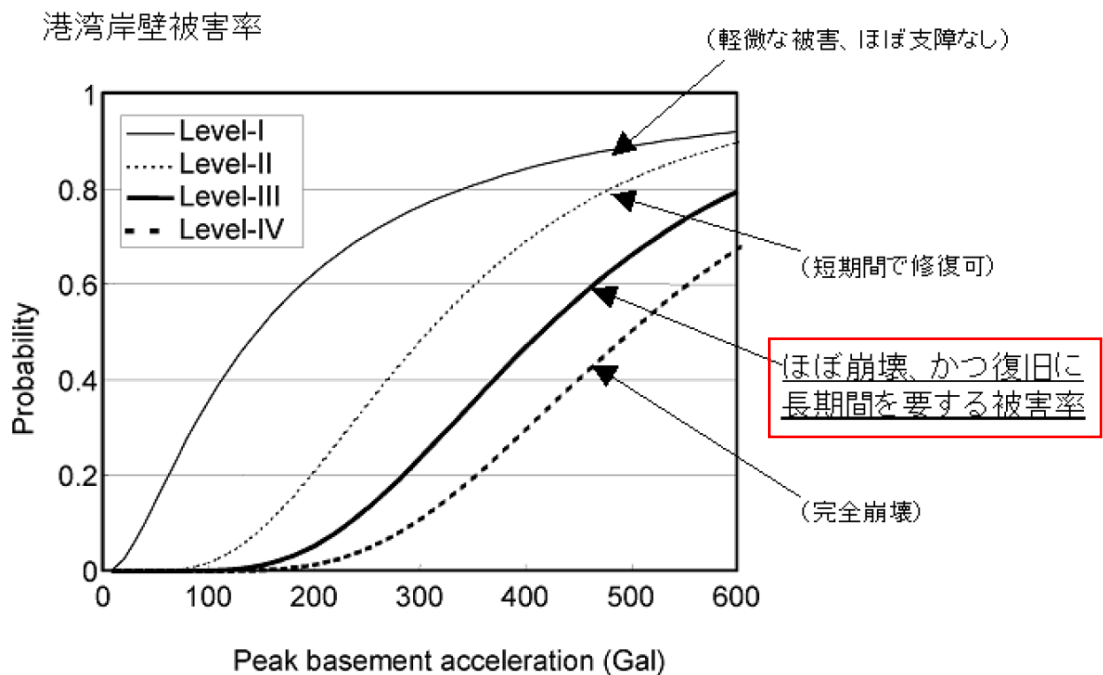
図Ⅲ. 6-4-1 港湾施設の揺れによる被害箇所数の算定フロー

揺れによる施設被害は、地震発生に伴い復旧に長期間を要する岸壁、物揚場を被害施設とし、ICHII (2004) ⁴⁷ に示される加速度と被害率の関係式で求める。

係留施設の被害箇所数 = 係留施設数(非耐震) × 港湾岸壁被害率 $F(a)$

$$F(a) = \phi [\{\ln(a/c)\} / \zeta]$$

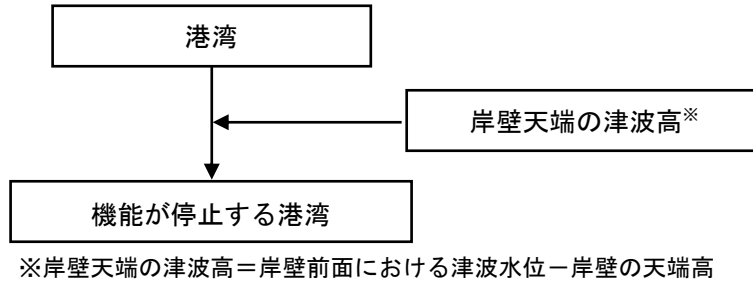
$F(a)$: 被害率、 a : 最大加速度、 C 、 ζ は被害率曲線の定数で
 $c=414.8$ 、 ζ (回帰定数) = 0.45



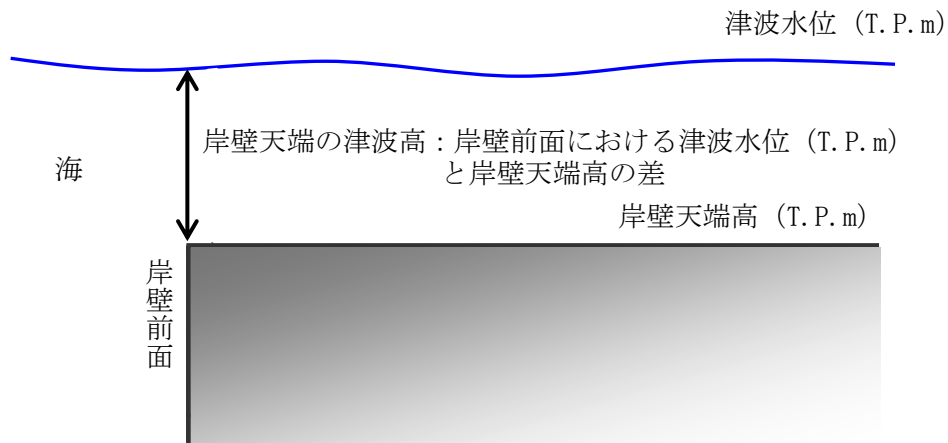
図Ⅲ. 6-4-2 加速度と港湾岸壁被害率の関係

③ 津波による港湾被害

津波による施設被害は、東日本大震災での被害実態として、岸壁天端の津波高が概ね 4m 以上の港湾で機能停止していることを参考とし、岸壁天端の津波高^{*}が 4m 以上となる場合、機能が停止すると判定する。



図Ⅲ.6-4-3 港湾施設の津波による被害想定フロー



図Ⅲ.6-4-4 岸壁天端の津波高

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、発災当日・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。

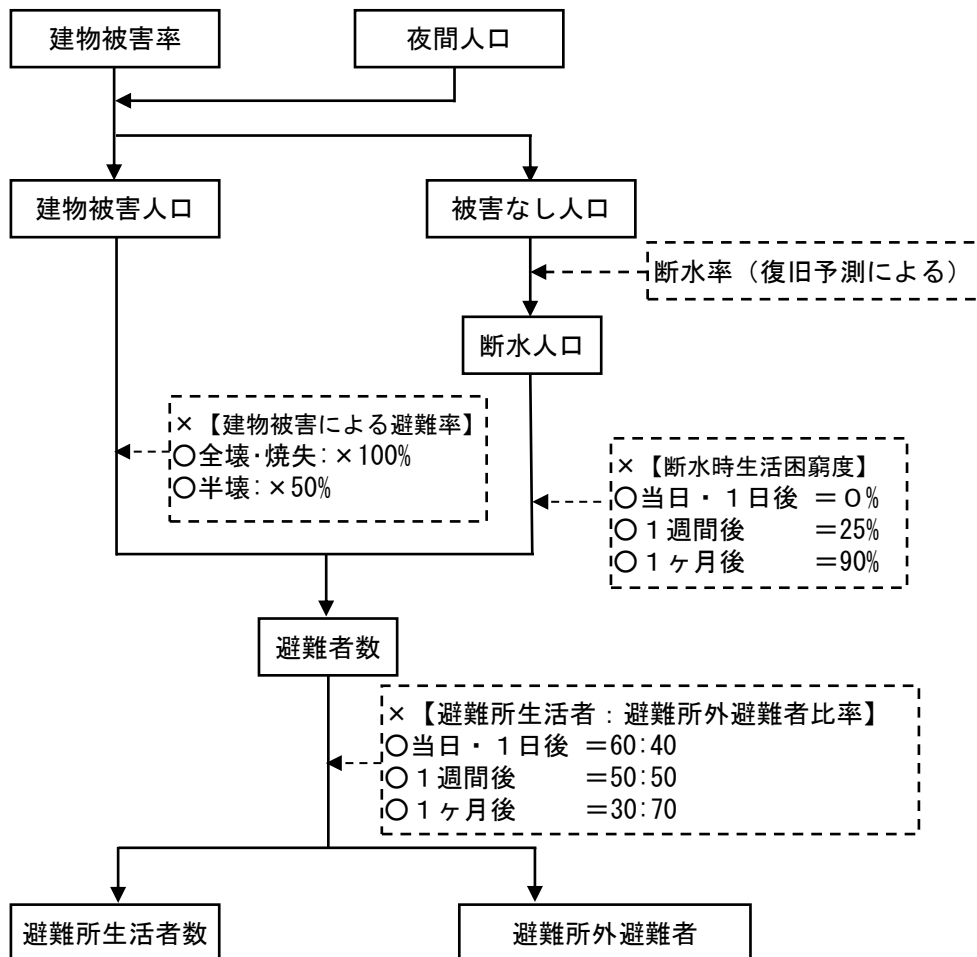
想定手法は、津波浸水区域外と浸水区域内に分けて算出する。

【算出式】

$$\begin{aligned} \text{避難者数} = & \text{津波浸水区域外 (避難所生活者数 + 避難所外避難者数)} \\ & + \text{浸水区域内 (避難所生活者数 + 避難所外避難者数)} \end{aligned}$$

① 津波浸水区域外

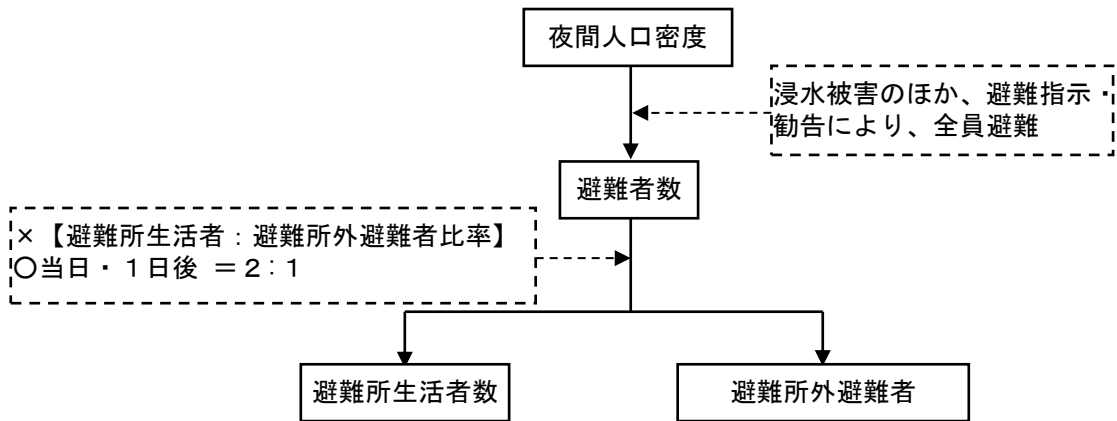
- 津波浸水区域外における避難者は、建物被害による避難者と、ライフライン被害による避難者に分けて算出する。



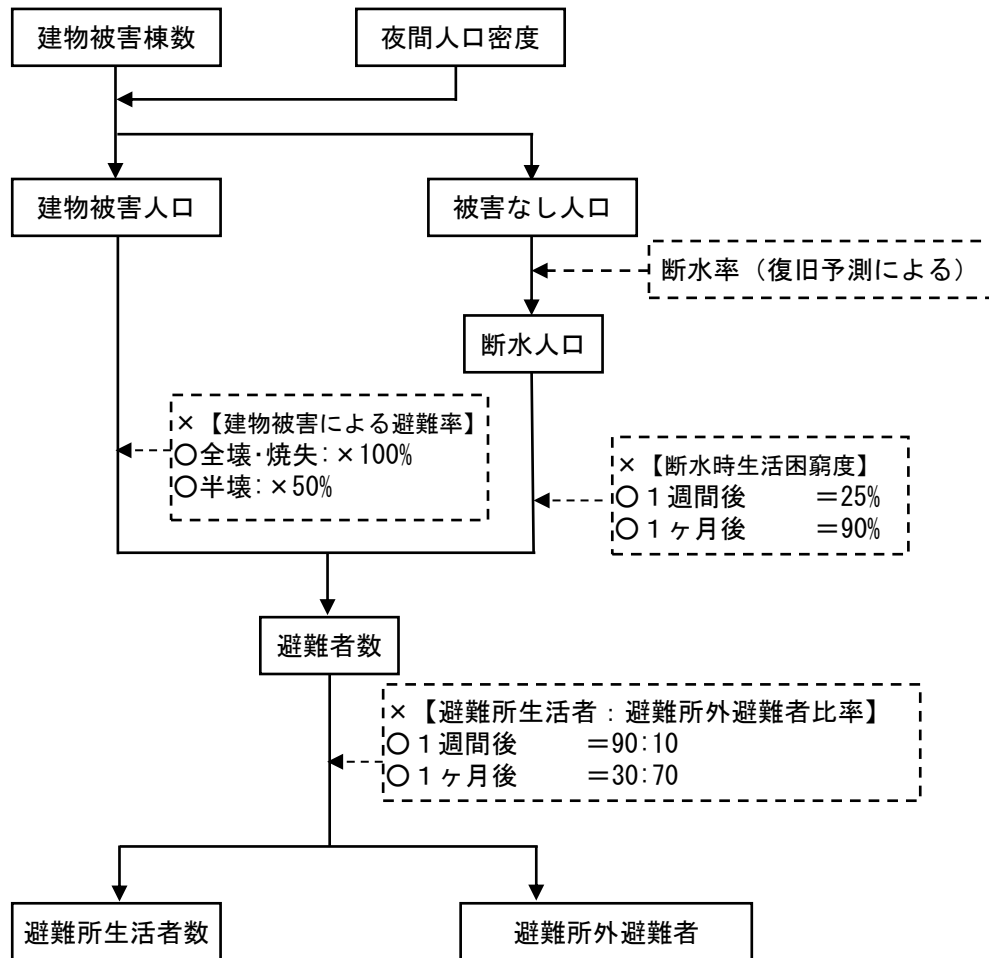
図Ⅲ. 7-1-1 避難者数の算出フロー（津波浸水区域外）

② 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。



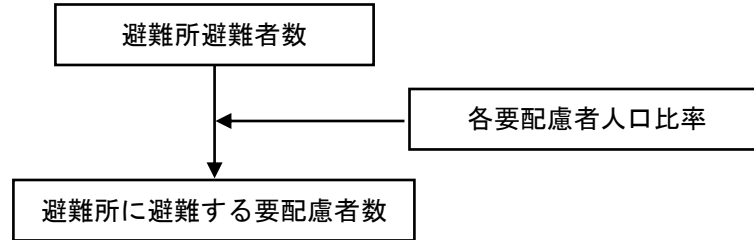
図Ⅲ. 7-1-2 避難者数の算出フロー（津波浸水区域内：3日目まで）



図Ⅲ. 7-1-3 避難者数の算出フロー（津波浸水区域内：4日目以降）

(2) 要配慮者

要配慮者の人口比率と避難所避難者数より、避難所に避難する要配慮者数を算定する。



図Ⅲ. 7-2-1 要配慮者数の算定フロー

① 対象とする要配慮者

対象とする市町別要配慮者者数は「Ⅱ編 資料編」に示す。

② 避難所に避難する要配慮者数（避難所避難者数の内数）

「(1) 避難者」で算定した当日・1日後、1週間後、1ヶ月後の避難所避難者数に要配慮者の人口比率を乗じることで、それぞれの時期における要配慮者数を算定する。

(3) 帰宅困難者

各地区に外出する通勤、通学者のデータをもとに、外出者数、帰宅困難者数及び滞留者数を算定した。

① 外出者の算定

外出者は、居住ゾーンから通勤・通学していて、地震後の混乱の中で安全確保のために少なくともしばらくの間は待機する必要がある者の人数を算定した。

算出に当たって外出者は、令和2年国勢調査結果の集計表の「従業地・通学地による人口・就業状態等集計」による各市町外からの通勤者・通学者数としており、旅行者や買い物客は含んでいない。

② 帰宅困難者の設定

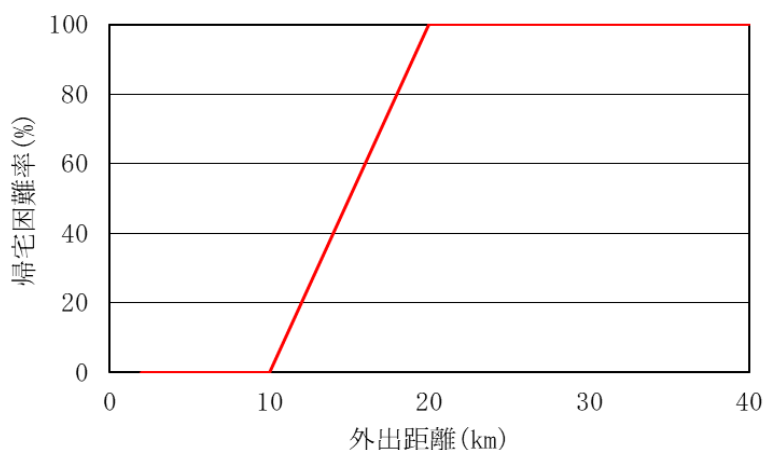
帰宅困難者数は、代表交通手段が鉄道、バス、自動車及び二輪車の「帰宅距離別滞留人口」に対して、内閣府(2025c)⁴⁸の外出距離別帰宅困難率を乗じて算定する。

また、想定するシーンは、外出者数が最も多い昼12時とし、算定に当たっては、次の前提を設定する。

なお、本調査の推計における帰宅困難者数の中には、勤務先や学校などの屋内に留まる者も含まれる。

- 1) 代表交通手段が徒歩または自転車の場合、災害時においても徒歩または自転車で帰宅すると考え、全員が「帰宅可能」とみなす。
- 2) 通勤・通学者の利用交通機関の設定においては、令和2年国勢調査結果の小地域集計表を用いて、移動距離と利用手段の割合から設定する。
- 3) 外出距離別帰宅困難率は、内閣府(2025c)⁴⁸の下図を使って算定するものとし、外出距離には「市町役場間の直線距離」を用いる。

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



図Ⅲ. 7-3-1 外出距離別の帰宅困難率⁴⁸

③ 滞留者の算定

地震後しばらくして混乱が収まり、帰宅が可能となる状況となった場合において、遠距離等の理由により外出先で足止めされ、滞留する人口を算定する。

想定するシーン及び前提は、帰宅困難者と同様とする。

なお、本調査の推計における滞留者数の中には、勤務先や学校などの屋内に留まる者も含まれる。

(4) 物資需要量

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

① 食糧需要量

- ・対象とする食糧は、乾パン、即席めん、米、主食缶詰とする。
- ・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・市町の公的備蓄量及び家庭内備蓄量とする。

② 給水需要量

- ・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。

③ 生活必需品不足量

- ・生活必需品は毛布を対象とし、住居を失った避難所避難者の需要(1人2枚)とする。

(5) 仮設トイレ必要量

避難所生活者を対象者として、仮設トイレ必要量を算出する。なお、被害が最大となる条件で想定を行う。想定手法は、内閣府(2003)⁴⁹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。

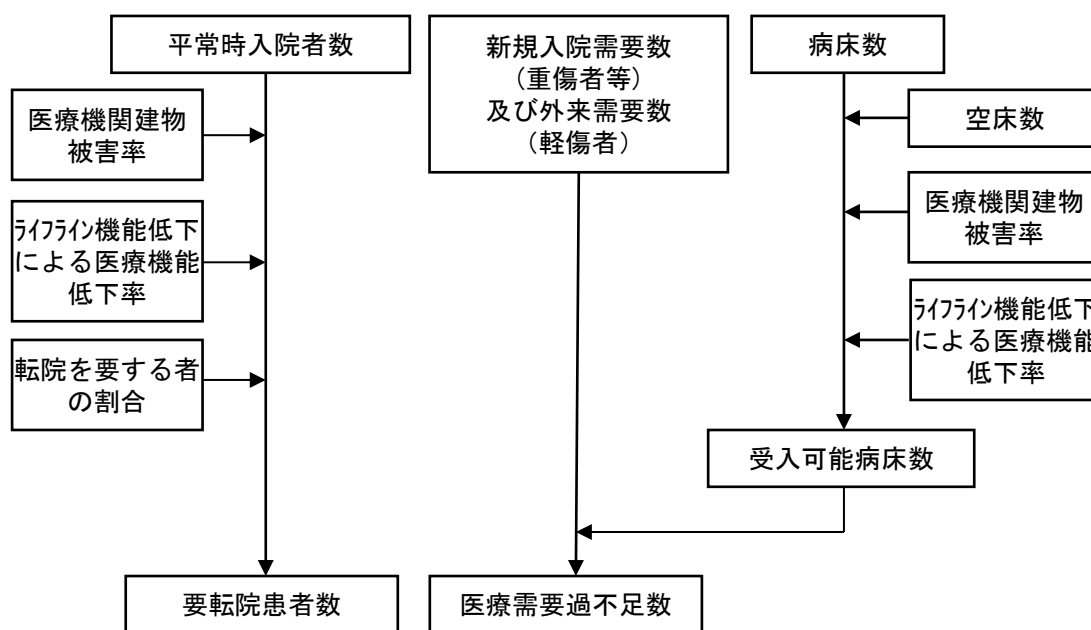
(6) 医療機能支障

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。

① 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）及び外来診療数（厚生労働省の公表する一日平均外来患者数）から、二次医療圏ごとに整理する。

② 想定手法



図Ⅲ. 7-6-1 医療機能支障の算出フロー

③ 要転院患者数の算出

被災した医療機関からの転院を要する患者数（要転院患者数）は、平常時在院患者数を基本に、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定する。

【算出式】

$$\begin{aligned} \text{要転院患者数} &= \text{平常時在院患者数} \times \text{医療機関建物被害率} \\ &\quad \times \text{ライフライン機能低下による医療機能低下率} \\ &\quad \times \text{転院を要する者の割合} \end{aligned}$$

ここで、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は、次の仮定により設定する。

医療機関建物被害率 : (全壊・焼失率+1/2×半壊率)

ライフライン機能低下による

医療機能低下率 : 震度6強以上の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

転院を要する者の割合 : 50%

④ 医療需要過不足数の算出

医療対応力不足数は、重傷者及び一部の死者への対応(入院)、軽傷者への外来対応(外来)とし、医療需給の過不足として算定する。

ア 入院需要(新規入院需要発生数)及び外来需要

入院需要(新規入院需要発生数)

= 重傷者+医療機関で結果的に亡くなる者(全死者数の10%と設定)
+ 被災した医療機関からの転院患者数

外来需要 = 軽傷者

イ 医療供給数

医療供給数は、医療機関の病床数、外来診療数を基本として、医療機関建物被害率(全壊率・焼失率+1/2×半壊率)、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定する。

医療供給数(入院) = 医療機関の病床数

× 医療機関建物被害率(全壊率・焼失率+1/2×半壊率)

× 空床率×ライフライン機能低下による医療機能低下率

医療供給数(外来) = 外来診療数

× 医療機関建物被害率(全壊率・焼失率+1/2×半壊率)

× 空床率×ライフライン機能低下による医療機能低下率

(7) 仮設住宅必要数

石川県（2025）⁵⁰より、全壊棟数及び半壊棟数から応急仮設住宅の想定必要量（応急住宅必要量）を算定し、利用可能な賃貸住宅の空き家を応急借り上げ住宅の供給可能戸数とし、これらの比較から必要仮設住宅数を算出する。

なお、応急住宅需要量は今回算出した建物被害数から算出した想定であり、必ずしも想定通りの被害が発生するとは限らない。

賃貸住宅の空き家数は令和5年住宅・土地統計調査データから作成する。なお、調査記録のない周防大島町、和木町、上関町、田布施町、平生町、阿武町については、山口県全体の空き家数（53,600棟）から調査記録のあるその他市町の合計空き家数（52,440棟）を差し引いた1,160棟を6つの町で等分した値を用いる。

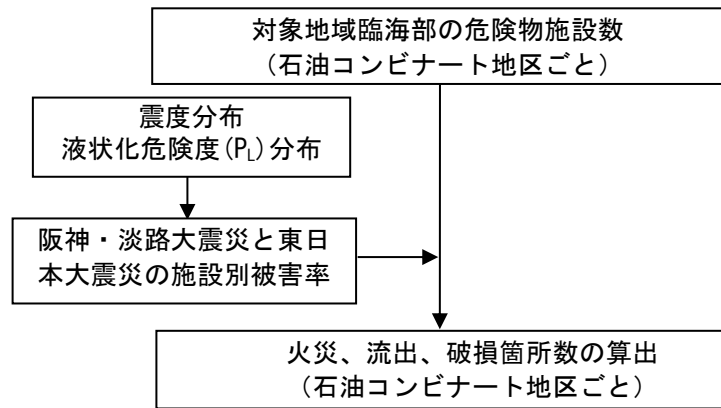
8. その他施設等の被害

(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。

① 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。



図Ⅲ. 8-1-1 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

② 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。

表Ⅲ. 8-1-1 危険物施設の被害率²⁰

製造所等の区分	施設数	震度6弱						震度6強						
		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%

③ 液状化の考慮

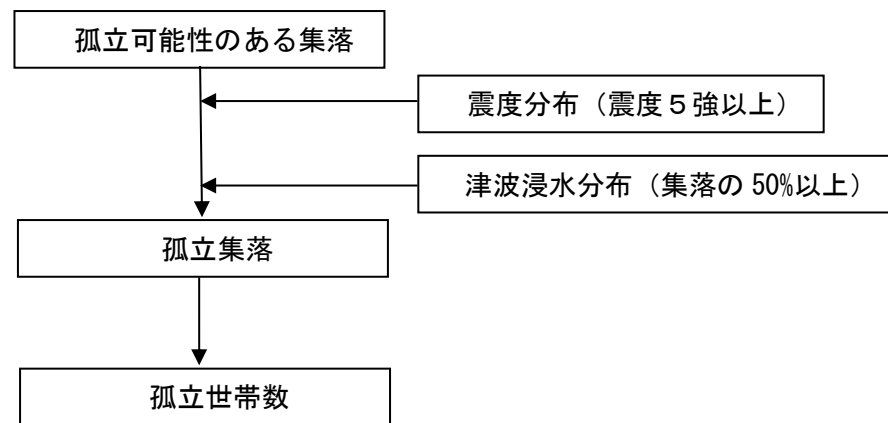
上記震度と被害率の関係は、内閣府（2025b）²⁰の方法で使用されている関係を用いるが、本被害想定では、液状化の影響を考慮し、液状化指数 $P_L > 15$ で震度5強のコンビナートでは震度6弱の被害率を、 $P_L > 15$ で震度6弱のコンビナートでは震度6強の被害率を使用する。なお、各石油コンビナート地区の震度と P_L は、その地区が含まれるメッシュの平均とする。

(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。

① 想定的基本的な考え方

- ・ 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。



図Ⅲ.8-2-1 孤立集落数と世帯数の算出フロー

② 孤立可能性のある集落

- ・ 「中山間地等の集落散在地域における孤立集落発生の可能性に関する状況調査－フォローアップ調査（令和6年度）」において対象となった集落※とする。

※農林業センサスによる農業集落及び漁業センサスによる漁業集落のうち「中山間地域」「沿岸地域」「島嶼部」にある集落

③ 孤立に至る条件

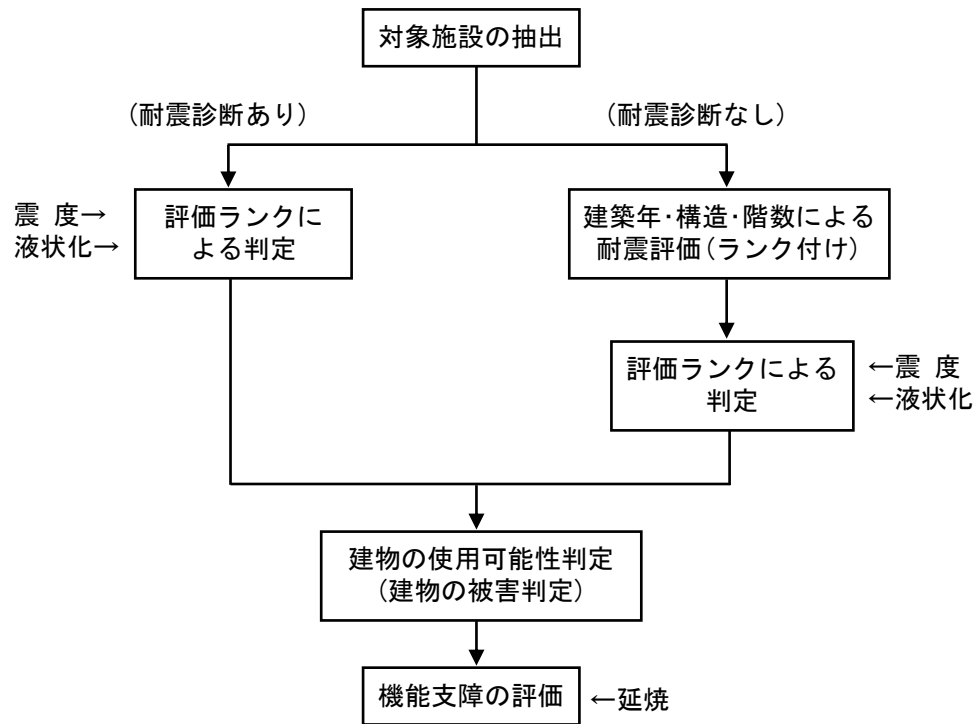
- ・ 平成16年10月23日の新潟県中越地震では、アクセス道路の交通不能による孤立集落61の約89%にあたる54集落は、震度6強以上と推定される地域内の集落であった。このため、内閣府（2007）³⁶では孤立に至る条件を震度6強としている。
- ・ 本調査では、大雨、暴風、高潮等、地震以外の要因による孤立危険地区を対象としていることから、新潟県中越沖地震で孤立した集落に比べて孤立する危険性が高いと考え、孤立に至る条件を震度6強ではなく震度5強とする。

④ 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、神奈川県（1993）⁵¹の建物の評価と活動支援機能の評価による重要施設の機能支障を参考として、重要施設の評価判定を行う。



図Ⅲ. 8-3-1 重要施設の機能支障評価フロー

① 重要施設データ

「防災拠点となる公共施設等の耐震化推進状況調査（消防庁）」における施設を対象とする。

- ・災害対策本部及び消防活動拠点となる施設(災害対策本部・支部、消防施設、土木事務所)：824 施設
- ・避難拠点施設(学校、公民館、福祉施設、運動施設、解放会館、漁協、競艇場、憩の家、研修センター、研修施設、児童館、寺、宗教施設、集会所、宿泊施設、神社、図書館、体育館、町民センター、農協、省庁庁舎、福祉センター、文化施設、保育所、保健施設)：1,584 施設
- ・医療拠点施設(主要病院)：56 施設

② 耐震ランクによる耐震性評価(耐震診断あり)

耐震診断が行われている重要施設については、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 $\alpha = I_s/I_{s0}$ を求め、下表に示す α に応じた耐震ランク (A～D) を設定する。

判定指標 (I_{s0}) は、県庁舎、警察本部、防災センター、医療センターの場合には $I_{s0}=1.2$ 、各地区の合同庁舎、警察署、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、学校施設の内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。

表Ⅲ. 8-3-1 耐震ランクの判定基準

α	耐震ランク
$\alpha \geq 1.00$	A
$1.00 > \alpha \geq 0.65$	B
$0.65 > \alpha \geq 0.35$	C
$0.35 > \alpha$	D

③ 建築年・構造・階数による耐震性評価(耐震診断なし)

耐震診断が行われていない重要施設については、施設の構造及び建築年から、簡易的にA～Dの4段階に分類した。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する。

表Ⅲ. 8. 3-2 耐震ランクの簡易判定基準(構造別) ⁵²

・RC 構造建物

竣工年(昭和)	～44	45～53	54～56	57～
耐震ランク	D	C	B	A

・SRC 構造建物

耐震ランクは全て 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

④ 建物使用可能性判定

建物そのものの使用可能性について、震度と耐震ランクから表Ⅲ. 8. 3-4 の判定基準により評価した。

その際、液状化危険度が大きい場合は評価を1ランク下げるとともに、想定延焼区域(メッシュ)内にある施設は、機能に支障をきたす可能性があるとした。

表Ⅲ. 8-3-3 地震危険要因の分類⁵²

○震度ランク（5段階）

4以下	5弱	5強	6弱	6強以上
-----	----	----	----	------

○液状化危険度（2段階）

PL値 15未満	PL値 15以上
----------	----------

○延焼危険度（2段階）

延焼区域にない※	延焼区域にある
----------	---------

※ 焼失棟数が0棟のメッシュ

表Ⅲ. 8-3-4 耐震ランクと震度階による判定⁵²

震度階 耐震性	4以下	5弱	5強	6弱	6強以上
A	○	○	○	○	○
B	○	○	○	○	△
C	○	○	○	△	×
D	○	○	△	×	×

【機能支障の評価】

○：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。

表Ⅲ. 8-3-5 重要施設耐震ランク表

(単位：箇所)

市町	災害対策及び消防拠点施設 (箇所)					避難拠点関係施設 (箇所)					医療救護関係施設 (箇所)				
	耐震ランク				合計	耐震ランク				合計	耐震ランク				合計
	A	B	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D	
下関市	59	47	8	4	118	62	60	15	20	157	4	2	0	0	6
宇部市	16	22	1	11	50	73	8	17	10	108	1	0	0	0	1
山口市	38	55	2	47	142	183	30	17	23	253	0	0	0	0	0
萩市	54	43	4	18	119	53	24	12	18	107	13	7	2	0	22
防府市	8	5	3	6	22	83	27	30	10	150	0	0	0	0	0
下松市	15	3	0	4	22	26	4	2	3	35	0	0	0	0	0
岩国市	23	37	0	26	86	91	29	15	15	150	7	0	1	0	8
光市	10	2	0	2	14	35	4	6	7	52	1	1	1	0	3
長門市	8	27	1	16	52	47	28	14	62	151	0	0	0	0	0
柳井市	14	13	1	13	41	31	5	1	4	41	1	0	0	0	1
美祢市	9	11	1	19	40	37	5	10	6	58	2	0	0	0	2
周南市	34	7	1	7	49	77	18	12	39	146	3	1	1	1	6
山陽小野田市	12	5	0	1	18	30	8	3	30	71	1	0	0	1	2
周防大島町	1	7	0	13	21	21	0	1	1	23	3	0	0	0	3
和木町	4	2	0	0	6	4	1	0	0	5	1	0	0	0	1
上関町	2	0	0	0	2	8	12	1	2	23	0	0	0	0	0
田布施町	1	0	1	0	2	11	6	4	1	22	0	0	0	0	0
平生町	5	3	0	3	11	21	2	1	1	25	0	0	0	0	0
阿武町	7	2	0	0	9	5	1	0	1	7	1	0	0	0	1
合計	320	291	23	190	824	898	272	161	253	1,584	38	11	5	2	56

※対象施設は、令和7年に県及び市町からデータ収集

※山口県管理施設は各市町に割り振る

(4) ため池

県内のため池及び堰堤のうち、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(2013)⁵²を用いる。

① ため池及び堰堤データ

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。

② 想定手法

- 建設省河川局(1978)⁵³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。

表Ⅲ.8.4-1 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
①	a	a	b
②	a	b	c
③	b	c	c

【堤体の耐震性】

- 1…堤防高(H) ≥ 6mかつ平均幅 ≤ 3・Hかつアースダム
- 3…堤防高(H) < 3mかつ平均幅 > 6・H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】

- ①…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
- ②…①以外のⅢ種地盤
- ③…Ⅰ～Ⅱ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Ⅰ～Ⅲ種で分類する際に用いる指標

表Ⅲ.8.4-2 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
I 種	$T_G < 0.2$	岩盤
II 種	$0.2 \leq T_G < 0.6$	洪積層
III 種	$0.6 \leq T_G$	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。

表Ⅲ.8-4-3 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

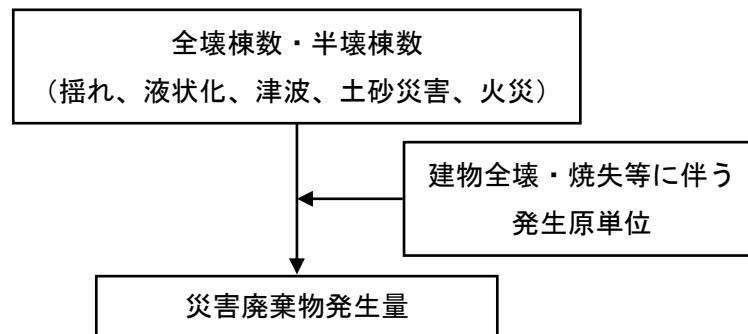
(5) 災害廃棄物

災害廃棄物等は、地震によるがれき等の発生量及びその仮置きに必要な面積、さらに津波堆積物の重量を算定する。

① 災害廃棄物発生量及び仮置き場の必要面積

災害廃棄物発生量は、阪神・淡路大震災における災害廃棄物発生量（木造・非木造別）原単位を用いて、環境省（2018）⁵⁴のがれき発生量の推定式から算定する。

② 災害廃棄物の算定



図Ⅲ. 8-5-1 災害廃棄物量の算定フロー

ア 解体廃棄物

解体廃棄物量は次の式により算定する。

$$\text{解体廃棄物量} = \text{全壊棟数} \times a \times \text{全壊建物解体率} + \text{半壊棟数} \times a \times \text{半壊建物解体率}$$

a : 解体廃棄物発生原単位 (t/棟)

全壊建物解体率: 揺れ等 75%、津波・火災 100%

半壊建物解体率: 25%

$$a = \text{木造床面積 (m}^2\text{/棟)} \times \text{木造建物発生原単位 (t/m}^2\text{)} \times \text{解体棟数の木造割合} \\ + \text{非木造床面積 (m}^2\text{/棟)} \times \text{非木造建物発生原単位 (t/m}^2\text{)} \\ \times \text{解体棟数の非木造割合}$$

イ 片付けごみ及び公物等

片付けごみ及び公物等量は次の式により算定する。

片付けごみ及び公物等量

$$= \text{全壊棟数} \times \text{片付けごみ及び公物等量発生原単位 (t/棟)}$$

③ 仮置き場の必要面積

内閣府(2010)⁵⁵で示されている次の式を用いて、仮置き場の必要面積を算定する。

仮置き場の必要面積

$$= \text{仮置き量} \div \text{見かけ比重} \div \text{積み上げ高さ} \times (1 + \text{作業スペース割合})$$

仮置き量 = 災害廃棄物発生量 - 年間処理量

年間処理量 = 災害廃棄物発生量 \div 処理期間(3年:神戸市の実績)

見かけ比重: 可燃物 0.4(t/m³)、不燃物 1.1(t/m³)

積み上げ高さ: 5m

作業スペース割合: 1(100%)

④ 津波堆積物発生量

津波堆積物の発生量は東日本大震災における宮城県及び岩手県の2県の数値を用いて算出した発生原単位を用いて算定する。

$$\text{津波堆積物発生量} = \text{津波浸水面積 (m}^2\text{)} \times \text{発生原単位 (0.024t/m}^2\text{)}$$

(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ごとに算出する。

① 幅員別の道路延長データ

市販の道路網データ（TMI 道路地図 V2023）⁴⁵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。

表Ⅲ.8-6-1 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)
971	10,878	6,478

② 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。
- ・内閣府（2025b）²⁰より、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】

道路リンク閉塞率(%) = 1.28 × 建物被災率(%)

【幅員 3m 以上 5.5m 未満の道路】

道路リンク閉塞率(%) = 0.604 × 建物被災率(%)

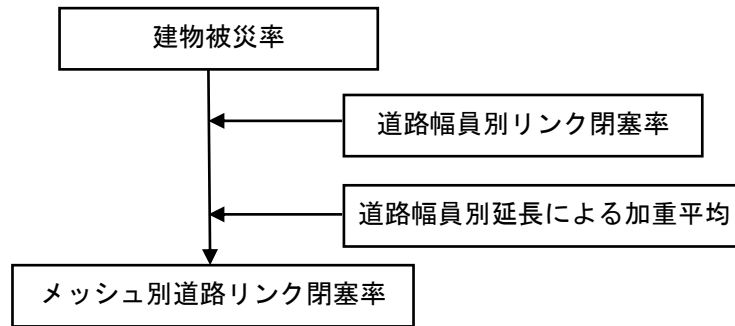
【幅員 5.5m 以上 13m 未満の道路】

道路リンク閉塞率(%) = 0.194 × 建物被災率(%)

- ・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

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



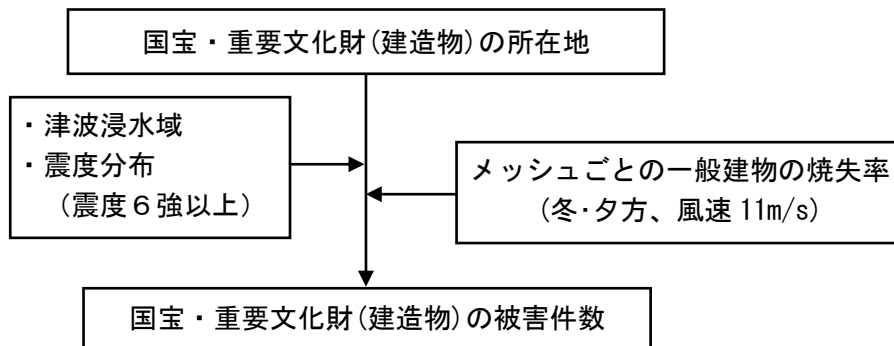
図Ⅲ.8-6-1 メッシュ別道路リンク閉塞率算出フロー

(7) 文化財

文化財の被害想定は、内閣府(2013)⁴⁶の手法に基づき、国宝・重要文化財(建造物)の位置データと、津波浸水域^{※1}、震度6強以上又は焼失可能性の高いメッシュ^{※2}とを重ね合わせ、当該メッシュに所在する重要文化財(建造物)の数を被害件数として算定する。

※1 建造物は、浸水した場合に被害ありとする。

※2 焼失可能性の高いメッシュとは、震度6強の下限值における1961年以前の木造建造物の全壊率(=約20%)に相当する焼失率となるメッシュとする。



図Ⅲ.8-7-1 国宝・重要文化財の被害件数の算定フロー⁴⁶

表Ⅲ.8-7-1 文化財(国宝・国指定)一覧

市 町	国宝・国指定
下関市	9
宇部市	1
山口市	24
萩市	23
防府市	13
下松市	1
岩国市	5
光市	1
長門市	1
柳井市	1
美祢市	0
周南市	0
山陽小野田市	1
周防大島町	0
和木町	0
上関町	1
田布施町	0
平生町	0
阿武町	0
合 計	81

(8) 漁船・水産関連施設

漁船・水産関連施設のうち漁港の漁船を対象に、流速と被害程度の関係について東日本大震災の最新の知見を調査し、流出等の被害を算定する。

漁船被害は津波による漂流である。日本海海難防止協会（1998）⁵⁶によれば、過去の災害記録では、漁船の漂流開始条件は、係留ロープの破断によるとされており、主に流速と係留方法の良悪の影響を受けるとされている。

係留が弱い場合（老朽化や不完全な係留）：流速 2m/s 以上
 係留方法を改善した場合：流速 4m/s 以上

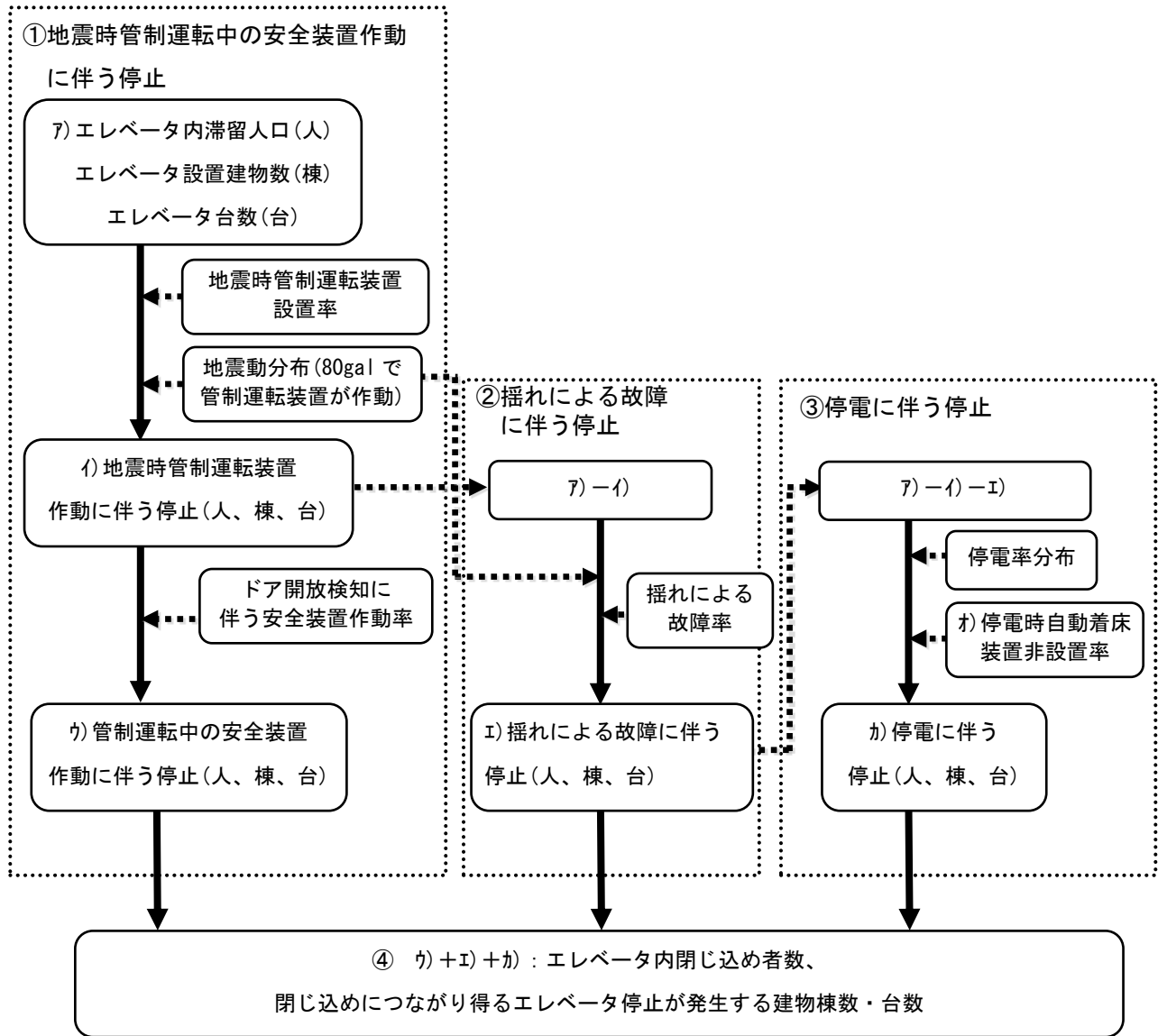
このことから、津波が漂流物被害に与える影響を評価するため、より危険な条件として2m/sを用いることとし、これを超える場合を全損として評価する。

表Ⅲ.8-8-1 漁船と漁港の一覧

漁港名	登録漁船 隻数	漁港名	登録漁船 隻数	漁港名	登録漁船 隻数
和田	61	刈屋	35	福川	106
森野	76	高泊	19	向島	108
目良居	30	梶	20	野島	31
安下庄	55	埴生	23	秋穂	125
浮島	124	王喜	24	床波	34
棕野	34	吉母	25	宇部岬	200
前島	3	六連島	29	安岡	33
三蒲	45	蓋井島	55	吉見	34
志佐	18	室津下	19	小串	38
出井	12	涌田	47	矢玉	54
通津	26	川棚	29	和久	36
黒島	10	宇賀	19	島戸	49
端島	9	二見	17	阿川	25
由宇	51	肥中	34	掛淵	39
神代	18	角島	32	久津	46
鳴門	82	伊上	35	大浦	79
伊保庄	64	久原	27	黄波戸	40
阿月	67	立石	24	湊	32
平郡	55	津黄	30	通	106
粕大島	55	小島	22	野波瀬	91
戸田	53	大島	125	三見	45
大津島	23	相島	23	玉江	52
富海	16	宇田郷	37	大井	73
牟礼	48	油田	136	奈古	100
中浦	56	白木	141	須佐	94
西浦	34	柳井	84	下関	106
大道	5	上関	200	仙崎	111
山口	30	佐賀	54	萩	248
相原	11	尾津	45	川尻	35
阿知須	16	光	42	江崎	58
丸尾	30	牛島	9	見島	91
		徳山	17	合計	5,014

(9) エレベータ内閉じ込め

エレベータ内閉じ込めの想定は、内閣府（2013b）⁴⁶の手法に基づき、安全装置作動に伴う停止、揺れによる故障に伴う停止、停電による停止を考慮し、エレベータ内閉じ込め者数、エレベータ停止が発生する建物棟数、台数を算定した。



図Ⅲ. 8-9-1 エレベータ内閉じ込めによる被害の算定フロー⁴⁶

① 地震時管制運転中の安全装置作動に伴う停止

ア エレベータ内滞留人口、エレベータ設置建物数、エレベータ台数

エレベータ設置建物数及びエレベータ台数は、内閣府(2006)⁴³の手法に従い、非木造建物数を対象に下表に示す設置率によって算定する。このとき、建物1棟当たりのエレベータ設置基数は、1基と仮定する。

表Ⅲ.8-9-1 エレベータ設置率⁴³

用途	エレベータ設置率
事務所	73%
住宅	37%

また、エレベータ内滞留人口はエレベータ内滞留人口比率によって算定する。

表Ⅲ.8-9-2 エレベータ内滞留人口⁵⁷

用途	エレベータ内滞留人口(人)
事務所	事務所内滞留人口(昼12時)×0.5%
住宅	1時間当たり人口変化*×30秒/1時間

*エレベータの利用者の多くは、朝の通勤、通学のために利用する朝7～8時の時間帯が最も多いと考えられる。そこで、深夜人口を7時の屋内人口、昼12時人口を8時の屋内人口に置き換えて考え、この差分を1時間当たりの人口変化と想定する。

イ エレベータ内閉じ込め者数、エレベータ停止が発生する建物棟数、台数

エレベータは、80galで管制運転装置が作動するとして、地震時管制運転装置作動に伴う停止(人、棟、台)を算定し、さらに「ドア開放検知に伴う安全装置作動率」を掛けることで階と階の間での停止数(人、棟、台)を算定する。

表Ⅲ.8-9-3 地震時管制運転装置設置率⁵⁸

地震時管制運転装置設置率
67.3%
(524,732台/全国779,340台)

表Ⅲ.8-9-4 ドア開放検知に伴う安全装置作動率⁵⁹

ドア開放検知に伴う安全装置作動率
0.439%
(2018年大阪府北部地震の実績に基づく値)

② 揺れによる故障に伴う停止

揺れによる故障に伴う停止は、揺れによる故障率から設備の故障や破損等によるエレベータ停止数（人・棟・台）として算定する。

なお、対象とするエレベータは、地震時管制運転中の安全装置作動に伴う停止が発生していないエレベータとする。

表Ⅲ. 8-9-5 揺れによる故障率⁶⁰

震度階	故障率
7	24%
6 強	22%
6 弱	15%
6 強	8%
6 弱	1%

③ 停電に伴う停止

停電に伴う停止は、停電時自動着床装置非設置率から停電エリアにあるエレベータの停止数（人・棟・台）として算定する。

なお、対象とするエレベータは、地震時管制運転中の安全装置作動に伴う停止及び揺れによる故障に伴う停止が発生していないエレベータとする。

表Ⅲ. 8-9-6 停電時自動着床装置非設置率⁶¹

停電時自動着床装置非設置率
68.4% (中部・近畿圏の内陸地震の被害想定(H20.12)で 用いられた値)

9. 直接経済被害

内閣府（2013b）⁴⁶における考え方及び算定手法を踏襲し、直接経済被害として、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。

次の表の①被害量(物的被害の想定結果)に②原単位（単位当たり復旧額等）を乗ずることにより算定する。

資産等の被害額＝

被害量（物的被害の想定結果）× ②原単位（単位当たり復旧額等）

表Ⅲ.9-1-1(1) 資産等の被害 ⁴⁶に加筆

定量評価対象項目		①被害量	②原単位	原単位の出典
建 物	木造住宅	被害のあった住宅数 ^(注1) (全壊棟数+半壊棟数×0.5)	新規住宅1棟当たり工事必要単価【市町】 ^(注2) (木造住宅の工事費予定額の合計 /木造住宅の数の合計)	着工建築物：市町別、構造別（建築物の数、床面積の合計、工事費予定額）（令和元年度） 着工建築物：市町別、用途別（大分類）（建築物の数、床面積の合計、工事費予定額）（令和元年度）
	木造非住宅 (事務所、工場 建屋)	被害のあった建物数 ^(注1) (全壊棟数+半壊棟数×0.5)	新規建物1棟当たり工事必要単価【市町】 ^(注2) (木造非住宅の工事費予定額の合計 /木造非住宅の数の合計)	
	非木造住宅	被害のあった住宅数 ^(注1) (全壊棟数+半壊棟数×0.5)	新規住宅1棟当たり工事必要単価【市町】 ^(注2) (非木造住宅の床面積当たり工事費予定額 ×1棟当たり床面積)	
	非木造非住宅 (事務所、工場 建屋)	被害のあった建物数 ^(注1) (全壊棟数+半壊棟数×0.5)	新規建物1棟当たり工事必要単価【市町】 ^(注2) (非木造非住宅の床面積当たり工事費予定額 ×1棟当たり床面積)	
資 産	家庭用品	被害のあった住宅の建物数 (全壊棟数+半壊棟数×0.5)	1世帯当たり評価単価【県】	国土交通省治水経済マ ニュアル（令和4年評 価額） 令和6年経済センサス
	償却資産	建物被害率（非住宅の全壊 建物率+半壊建物率）	償却資産評価額【市区町】 (産業分類別従業者1人当たり評価額【市区町】 ×産業分類別従業者数【市区町】)	
	棚卸資産 (在庫)	同上	在庫資産評価額【市区町】 (産業分類別従業者1人当たり評価額【市区町】 ×産業分類別従業者数【市区町】)	

注1：実際には全壊家屋の全てが建替えとならず、一部補修となる場合もある。

注2：建替え時の費用は最近の住宅、非住宅1棟当たりの価格と同等であると仮定。

表Ⅲ. 9-1-1 (2) 資産等の被害 ⁴⁶に加筆

定量評価対象項目		①被害量	②原単位	原単位の出典
ライフライン	上水道	断水人口	人口当たり復旧額	阪神・淡路大震災での復旧額データ
	下水道	管渠被害延長	管渠被害延長当たり復旧額	国土交通省 (東日本大震災の実績)
	電力	被害電柱数	電柱1本当たり復旧額(発電所被害を除く)	電力事業者 (東日本大震災の実績)
	通信	不通回線数 (固定電話)	回線当たり復旧額	阪神・淡路大震災での復旧額データ
	都市ガス	延べ復旧作業日数	支障戸数1戸当たりの復旧額	東日本大震災の実績
交通施設	道路	被害箇所数	箇所当たり復旧額(道路種別)	各施設管理者 (東日本大震災、阪神淡路大震災の実績)
	鉄道	被害箇所数	箇所当たり復旧額	
	港湾	被災岸壁数	岸壁当たり復旧額	
	その他の公共土木施設	道路、下水道等と公共土木施設等の復旧費を比較することで推計		宮城県「東日本大震災による被害額 平成25年3月11日現在」
土地	農地	浸水被害推定面積	浸水被害面積当たり復旧事業費	農林水産省 (東日本大震災の実績)
その他	災害廃棄物	災害廃棄物発生量	1t当たり処理費用	阪神・淡路大震災での復旧額データ

(1) 建物倒壊等による建築物（住宅及び非住宅）への直接被害額の推計

① 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棟当たり工事費単価を乗じることで、復旧費用額を算出する。

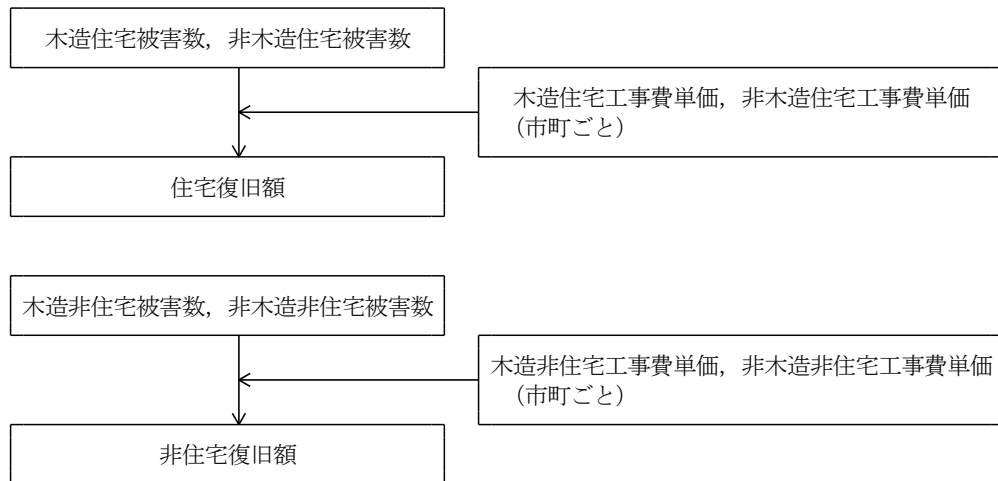
② 市町別・構造別の建築物1棟当たり工事費単価の推計

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棟当たり工事費単価を、市町別・構造（木造・非木造）別に算出する。

③ 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、工事費単価を乗じて、住宅復旧額の推計を行う。非住宅についても同様の計算とする。なお、工事費単価を乗じる際、半壊については全壊の1/2の金額を乗じる。

工事費単価の算定は、経済産業省（2019）⁶²「着工建築物：市町村別、構造別（建築物の数、床面積の合計、工事費予定額）」及び「着工建築物：市町村別、用途別（大分類）（建築物の数、床面積の合計、工事費予定額）」を用いて、市町別用途別・構造別工事予定額単価を算定する。



工事費単価を半壊は全壊の1/2とした

表Ⅲ.9-1-1 建築物（住宅・非住宅）の市町別被害額の推計フロー

表Ⅲ.9-1-2 市町・用途・構造別工事費単価

市 町	木造住宅 (万円/m ²)	木造非住宅 (万円/m ²)	非木造住宅 (万円/m ²)	非木造非住宅 (万円/m ²)
下関市	27.62	45.12	28.13	45.95
宇部市	30.49	46.46	26.87	40.94
山口市	20.82	21.65	20.87	21.70
萩市	26.24	17.13	26.56	17.34
防府市	29.93	38.07	30.91	39.30
下松市	30.90	31.87	31.25	32.24
岩国市	23.54	24.67	24.32	25.49
光市	20.20	26.05	19.80	25.54
長門市	30.81	35.95	31.20	36.40
柳井市	25.55	19.72	26.38	20.36
美祢市	27.55	28.26	29.49	30.24
周南市	28.09	28.88	29.12	29.94
山陽小野田市	35.53	33.69	38.02	36.06
周防大島町	20.13	20.87	20.82	21.59
和木町	40.15	17.85	41.87	18.62
上関町	18.60	0.00	18.60	0.00
田布施町	28.34	33.41	29.34	34.59
平生町	21.73	19.76	22.98	20.90
阿武町	76.50	46.76	81.32	49.71

(2) 建物倒壊等による家財への直接被害額の推計

① 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、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する。

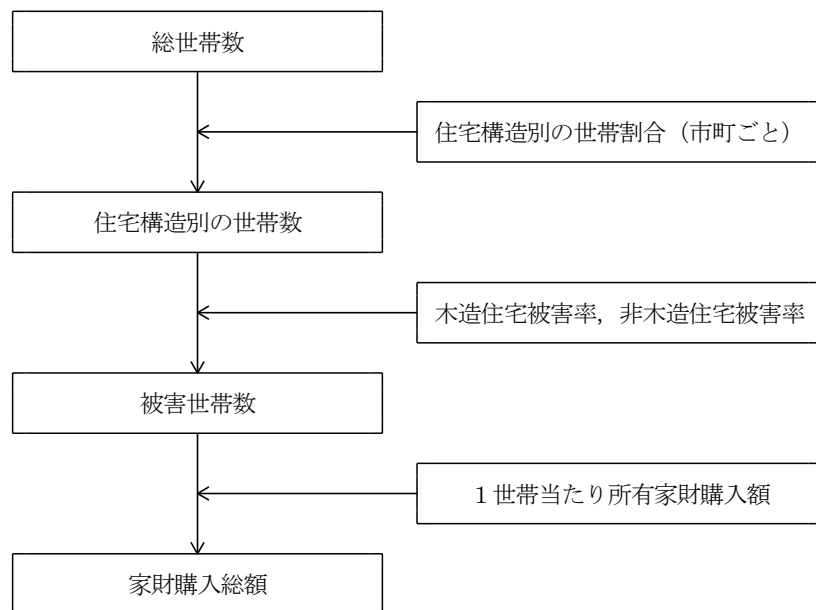
家財購入額は、国土交通省治水経済マニュアル（令和4年評価額）より936.8（万円/世帯）を使用する。

② 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する。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、被害世帯数を推計する。

③ 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する。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の金額を乗じる。



図Ⅲ.9-2-1 市町別家財購入総額の推計フロー

(3) 建物倒壊等による償却資産・在庫資産への直接被害額の推計

① 市町別在庫資産額の推計

償却資産及び在庫資産の評価額は、国土交通省治水経済マニュアル（令和4年評価額）及び令和6年経済センサスを基に、産業分類別従業者1人当たり評価額（市町）に産業分類別従業者数（市町）を乗じることで算出する。

算出した評価額を次の表に示す。

表Ⅲ.9-3-1 市町別資産評価額

市町	償却資産 (万円/世帯)	在庫資産 (万円/世帯)
下関市	246.1	145.4
宇部市	314.1	172.6
山口市	250.7	127.2
萩市	109.0	55.6
防府市	154.7	110.0
下松市	371.4	283.3
岩国市	164.2	109.1
光市	182.3	146.1
長門市	111.7	71.8
柳井市	178.0	80.6
美祢市	131.8	83.2
周南市	336.4	214.7
山陽小野田市	214.6	144.6
周防大島町	29.2	14.5
和木町	304.8	258.1
上関町	52.5	26.8
田布施町	130.3	96.1
平生町	94.8	62.6
阿武町	68.0	50.6

① 償却資産の被害額の推計

償却資産評価額に、非住宅の被害率（全壊・半壊）を乗じて償却資産の被害額を推計する。なお、償却資産評価額を乗じる際、半壊については全壊の1/2の金額とする。

② 在庫資産の被害額の推計

在庫資産評価額に、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する。なお、在庫資産評価額を乗じる際、半壊については全壊の1/2の金額とする。

(4) ライフライン・交通施設・その他社会基盤への直接被害額の推計

ライフライン・交通施設・その他の原単位は次のとおり算定する。

① 上水道の被害額の推計

原単位は、東日本大震災による復旧が現在も継続しており確定値を算定することが困難であるため、内閣府（2013b）⁴⁶による阪神・淡路大震災時の実績をもとに次のとおり設定する。

$$\begin{aligned}\text{断水人口当たり復旧額} &= \text{復旧額} / \text{供給停止実態} \\ &= \text{約 } 55,764 \text{ (百万円)} / \text{約 } 3,513,000 \text{ (人)} \\ &= \text{約 } 1.59 \text{ (万円/人)}\end{aligned}$$

$$\text{被害額} = \text{断水人口} \times \text{人口当たり復旧額}$$

② 下水道の被害額の推計

原単位は、東日本大震災による復旧額（国土交通省提供の災害査定額）をもとに次のとおり設定する。

$$\begin{aligned}\text{管渠被害延長当たり復旧額}(\text{※}) &= \text{復旧額} / \text{被害延長} \\ &= \text{約 } 354,980,196 \text{ (千円)} / \text{約 } 1,110,503 \text{ (m)} \\ &= \text{約 } 31.97 \text{ (万円/m)}\end{aligned}$$

※復旧額には管渠だけではなく、水処理施設、汚泥処理施設、ポンプ場の被害額を含む。

$$\text{被害額} = \text{被害延長} \times \text{延長当たり復旧額}$$

③ 電力設備の被害額の推計

原単位は事業者算定の東日本大震災の実態データ（東京電力管内、東北電力管内）より次のとおり設定する。

$$\begin{aligned}\text{電柱 1 本当たり復旧額} &= 121.52 \text{ (万円)} \\ \text{被害額} &= \text{被害電柱数} \times \text{電柱 1 本当たり復旧額}\end{aligned}$$

④ 通信設備の被害額の推計

原単位は、東日本大震災による復旧が現在も継続しており確定値を算定することが困難であるため、阪神・淡路大震災時の事例を参考とし、次のとおり設定する。

$$\begin{aligned}\text{停止回線当たり復旧額} &= 414,508 \text{ (円)} \\ \text{被害額} &= \text{停止回線} \times \text{回線当たり復旧額}\end{aligned}$$

⑤ 都市ガスの被害額の推計

被害額は、東日本大震災での仙台市ガス局、塩釜ガスの復旧額（高知県（2013）⁶³）の事例を参考とし、次のとおり設定する。

$$\text{被害額} = 7.4 \text{ 万円/戸}$$

⑥ 道路の被害額の推計

被害箇所当たり復旧額は、東日本大震災による復旧額（国土交通省提供の災害査定額）をもとに次のとおり設定する。

被害箇所当たり復旧額

$$= \text{約 } 9,857 \text{ 万円/箇所 (直轄国道※高速道路にも適用)}$$

$$= \text{約 } 2,153 \text{ 万円/箇所 (地方自治体管理)}$$

$$\text{被害額} = \text{被害箇所数} \times \text{箇所当たり復旧額}$$

⑦ 鉄道の被害額の推計

被害箇所当たり復旧額は、東北の鉄道震災復興誌編集委員会（2012）⁶⁴における東日本大震災での三陸鉄道、仙台空港鉄道等の被害額を参考とし、次のとおり設定する。

被害箇所当たり復旧額

$$= 166.2 \text{ (億円) / } 722 \text{ (箇所)} = \text{約 } 23 \text{ 百万円/箇所}$$

$$\text{被害額} = \text{被害箇所数} \times \text{箇所当たり復旧額}$$

⑧ 港湾施設の被害額の推計

阪神・淡路大震災、東日本大震災での実態データ（国土交通省）を用い次のとおり設定する。

$$\text{岸壁等} = \text{約 } 30 \text{ 億円/岸壁}$$

$$\text{被害額} = \text{被災岸壁数}^* \times \text{岸壁当たり復旧額}$$

※岸壁及び物揚げ場を対象とする。

⑨ その他の公共土木施設の被害額の推計

その他の公共土木施設の被害額は、宮城県（2013）⁶⁵における東日本大震災の実績を参考とし、次のとおり設定する。

$$\text{被害額} = \text{本推計による道路・港湾・下水道の合計} \times B/A$$

ここで、

A：道路（高速道路、国道、地方道を含む）・港湾・下水道の合計

B：その他（河川、海岸、空港等を含む）

⑩ 農地・農業用施設等の被害額の推計

農地の被害面積は、国土利用の現況データ（2015年度国土数値情報農業地域データ）と津波浸水想定結果を重ね合わせることで算定する。

被害額は、東日本大震災での津波被災市町における農地・農業用施設等の塩害等による被害の復旧額（内閣府（2013b）⁴⁶）を参考とし、次のとおり設定する。

$$\text{農地・農業用施設等被害額} = \text{約 } 3,287 \text{ 万円/ha} \times \text{津波浸水域面積 (ha)}$$

農地以外の土地については、東日本大震災では地割れや陥没による被害が発生したものの、南海トラフ巨大地震において被害地域を推計することは困難であるため、経済被害の推計には含めないこととする。

⑪ 災害廃棄物の処分費用の推計

災害廃棄物等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、阪神・淡路大震災時の平均的な費用を参考とし、次のとおり設定する。

$$\text{災害廃棄物等費用} = \text{約 } 2.2 \text{ 万円/t}$$

$$\text{被害額} = \text{災害廃棄物 (t)} \times 2.2 \text{ 万円}$$

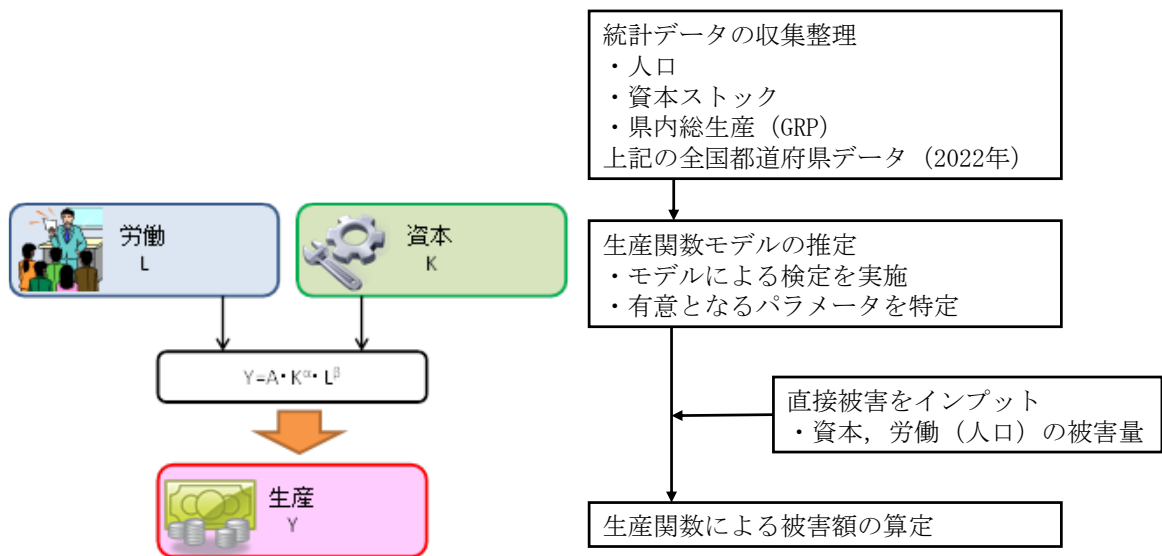
10. 間接経済被害

(1) 間接経済被害額算定フローの概要

間接経済被害として、「生産・サービス停止による被害額」を算出する。

山口県の被災後の生産・サービス低下による経済被害として、ストック（建物や資産など）の直接被災によるフロー（生産額・GRP）の影響を、生産関数モデルにより算出する。生産関数モデルの推定にあたっては、山口県の産業構造を把握した上で、適切なモデルを検討する。

生産・サービス低下による経済被害として、ストック（建物や資産など）の直接被災によるフロー（生産額・GRP）の影響を、生産関数モデルにより算出する。生産関数モデルの推定にあたっては、石川県の産業構造を把握した上で、適切なモデルを検討する。



図III.10-1-1 生産関数モデル推定と被害算定のフローチャート

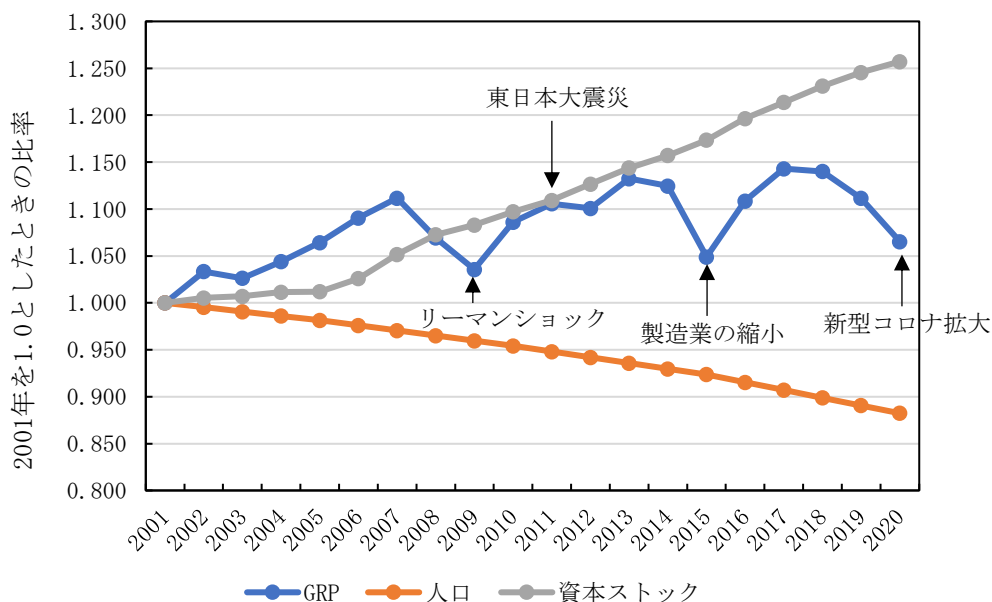
(2) 生産関数モデルの推定（山口県過去20年）

生産関数モデルは、過去のGRPを目的変数とし、人口と資本ストックを説明変数として、回帰モデルを推定するものである。山口県においては、全国都道府県における人口及び資本ストック、県内総生産（GRP）のデータを収集整理する。

モデル推定に利用する年次は、概ね過去20年分とし、2000年から2019年までを対象とする（2020年は、新型コロナ拡大に伴い、特異な経済状態となっているため本モデルの教師データに含まないものとする）。

山口県の県内総生産（GRP）は、下図のとおり推移しており、2009年はリーマンショック、2015年は製造業の縮小、2020年は新型コロナ拡大の影響で大きく減少しているが、全体的な推移としては増加傾向となっている。

山口県の人口は2001年から減少傾向の一途である。一方で、資本ストックは増加傾向となっている。



図Ⅲ. 10-2-1 山口県の主要経済指標の推移

表Ⅲ. 10-2-1 生産関数モデル推定データ（山口県過去20年データ）

No	和暦	西暦	山口県GRP (億円)	人口	資本ストック (億円)	対数		
						Y GRP	L 人口	K 資本ストック
1	H13	2001	56,317	1,520,892	173,767	10.93876	14.23481	12.06547
2	H14	2002	58,202	1,513,821	174,689	10.97167	14.23015	12.07076
3	H15	2003	57,799	1,506,749	174,985	10.96473	14.22547	12.07246
4	H16	2004	58,792	1,499,678	175,750	10.98175	14.22076	12.07682
5	H17	2005	59,933	1,492,606	175,846	11.00098	14.21603	12.07736
6	H18	2006	61,409	1,484,352	178,282	11.02531	14.21049	12.09112
7	H19	2007	62,601	1,476,099	182,742	11.04454	14.20491	12.11583
8	H20	2008	60,208	1,467,845	186,365	11.00557	14.19931	12.13546
9	H21	2009	58,327	1,459,592	188,174	10.97381	14.19367	12.14512
10	H22	2010	61,166	1,451,338	190,641	11.02134	14.18800	12.15815
11	H23	2011	62,268	1,442,016	192,755	11.03921	14.18155	12.16917
12	H24	2012	61,993	1,432,694	195,768	11.03477	14.17507	12.18468
13	H25	2013	63,772	1,423,373	198,760	11.06307	14.16854	12.19985
14	H26	2014	63,332	1,414,051	201,062	11.05615	14.16197	12.21137
15	H27	2015	59,074	1,404,729	203,909	10.98655	14.15535	12.22543
16	H28	2016	62,432	1,392,195	207,908	11.04184	14.14639	12.24485
17	H29	2017	64,369	1,379,661	210,879	11.07239	14.13735	12.25904
18	H30	2018	64,203	1,367,127	213,923	11.06981	14.12822	12.27337
19	H31	2019	62,591	1,354,593	216,410	11.04438	14.11901	12.28493
20	H32	2020	59,990	1,342,059	218,423	11.00194	14.10972	12.29419

モデルは対数関数式を用いて推定するため、目的変数：GRP 県内総生産 (Y)，説明変数：世帯数 (L)・資本 (K) をそれぞれ対数化して、重回帰分析を行う。

$$Y=A \cdot K^{\alpha} \cdot L^{\beta}$$

$$\log Y = \log A + \alpha \cdot \log K + \beta \cdot \log L$$

ここに、 Y：県内総生産
K：資本ストック
L：人口

生産関数モデルの推定結果を下表に示す。

重相関係数・重決定係数が低く、説明変数も有意にならないと判断できる。このため山口県においては、全国都道府県における人口及び資本ストック、県内総生産 (GRP) のデータを収集整理し、生産関数モデルを推定する。

表Ⅲ. 10-2-2 生産関数モデルの目的変数・説明変数の相関関係 (山口県過去 20 年データ)

項目	値
重相関係数 R	0.6430
重決定係数 R ²	0.4135
補正 R ²	0.3444
観測数	20

表Ⅲ. 10-2-3 生産関数モデル推定結果 (山口県過去 20 年データ)

項目	偏回帰係数	標準偏差	t 値	P 値
切片	3.0603	33.3957	0.0916	0.9281
対数 人口	0.2055	1.6607	0.1237	0.9030
対数 資本ストック	0.4144	0.8128	0.5099	0.6167

(3) 生産関数モデルの推定（全国都道府県）

全国都道府県における人口及び資本ストック，県内総生産（GRP）のデータを表Ⅲ. 10-3-1 に示す。

表Ⅲ. 10-3-1(1) 生産関数モデル推定データ（全国）

No	都道府県	西暦	GRP(億円)	人口	資本ストック (億円)	対数		
						Y GRP	L 人口	K 資本ストック
1	北海道	2022	201,732	5,224,614	493,966	12.21469	15.46889	13.11022
2	青森県	2022	42,554	1,237,984	111,497	10.65853	14.02899	11.62176
3	岩手県	2022	46,889	1,210,534	119,253	10.75555	14.00657	11.68900
4	宮城県	2022	95,529	2,301,996	237,138	11.46718	14.64929	12.37640
5	秋田県	2022	36,105	959,502	101,186	10.49420	13.77417	11.52472
6	山形県	2022	43,600	1,068,027	107,366	10.68282	13.88132	11.58400
7	福島県	2022	79,035	1,833,152	276,632	11.27764	14.42155	12.53044
8	茨城県	2022	144,997	2,867,009	414,561	11.88447	14.86878	12.93498
9	栃木県	2022	94,554	1,933,146	254,381	11.45693	14.47466	12.44659
10	群馬県	2022	96,053	1,939,110	256,738	11.47266	14.47774	12.45581
11	埼玉県	2022	240,467	7,344,765	501,896	12.39034	15.80950	13.12615
12	千葉県	2022	221,844	6,284,480	571,681	12.30973	15.65359	13.25634
13	東京都	2022	1,148,077	14,047,594	1,974,590	13.95360	16.45796	14.49587
14	神奈川県	2022	349,783	9,237,337	809,825	12.76507	16.03876	13.60457
15	新潟県	2022	89,330	2,201,272	288,405	11.40009	14.60455	12.57212
16	富山県	2022	48,664	1,034,814	163,757	10.79270	13.84973	12.00614
17	石川県	2022	46,941	1,132,526	118,548	10.75665	13.93996	11.68307
18	福井県	2022	36,086	766,863	123,041	10.49367	13.55006	11.72027
19	山梨県	2022	36,759	809,974	92,820	10.51213	13.60476	11.43842
20	長野県	2022	88,096	2,048,011	252,222	11.38618	14.53238	12.43806
21	岐阜県	2022	80,757	1,978,742	244,894	11.29920	14.49797	12.40858
22	静岡県	2022	182,222	3,633,202	471,410	12.11298	15.10562	13.06348
23	愛知県	2022	427,086	7,542,415	1,111,754	12.96474	15.83605	13.92145

出典：人口は国勢調査²³、GRPは県民経済計算（内閣府）⁶⁶、
資本ストックは民間企業資本ストック（内閣府）⁶⁷

表Ⅲ. 10-3-1(2) 生産関数モデル推定データ（全国）

No	都道府県	西暦	GRP(億円)	人口	資本ストック (億円)	対数		
						Y GRP	L 人口	K 資本ストック
24	三重県	2022	89,270	1,770,254	301,175	11.39942	14.38663	12.61545
25	滋賀県	2022	71,262	1,413,610	213,898	11.17412	14.16166	12.27325
26	京都府	2022	107,524	2,578,087	240,654	11.58547	14.76256	12.39112
27	大阪府	2022	413,591	8,837,685	953,543	12.93263	15.99454	13.76794
28	兵庫県	2022	230,674	5,465,002	583,792	12.34876	15.51388	13.27730
29	奈良県	2022	38,347	1,324,473	89,273	10.55443	14.09653	11.39945
30	和歌山県	2022	39,230	922,584	101,548	10.57719	13.73493	11.52829
31	鳥取県	2022	18,818	553,407	51,234	9.84259	13.22385	10.84415
32	島根県	2022	27,017	671,126	71,942	10.20423	13.41671	11.18361
33	岡山県	2022	79,399	1,888,432	229,034	11.28225	14.45126	12.34163
34	広島県	2022	122,306	2,799,702	363,593	11.71428	14.84502	12.80379
35	山口県	2022	66,842	1,342,059	220,853	11.11009	14.10972	12.30525
36	徳島県	2022	32,634	719,559	83,887	10.39311	13.48639	11.33723
37	香川県	2022	39,032	950,244	107,711	10.57213	13.76447	11.58721
38	愛媛県	2022	52,554	1,334,841	157,535	10.86960	14.10432	11.96740
39	高知県	2022	23,150	691,527	57,020	10.04975	13.44666	10.95115
40	福岡県	2022	195,677	5,135,214	483,857	12.18422	15.45163	13.08955
41	佐賀県	2022	31,161	811,442	94,705	10.34693	13.60657	11.45853
42	長崎県	2022	45,810	1,312,317	118,839	10.73225	14.08730	11.68553
43	熊本県	2022	64,141	1,738,301	160,025	11.06884	14.36842	11.98309
44	大分県	2022	50,421	1,123,852	153,483	10.82816	13.93227	11.94135
45	宮崎県	2022	36,814	1,069,576	97,195	10.51364	13.88277	11.48447
46	鹿児島県	2022	58,985	1,588,256	149,003	10.98503	14.27815	11.91172
47	沖縄県	2022	43,471	1,467,480	91,545	10.67984	14.19906	11.42459

出典：人口は国勢調査²³、GRPは県民経済計算（内閣府）⁶⁶、
資本ストックは民間企業資本ストック（内閣府）⁶⁷

生産関数モデルを推定した結果、表Ⅲ. 10-3-2 のとおり、重相関係数 $R=0.99$ 、重決定係数 $R^2=0.99$ となり、概ねモデルの説明性が高いことが確認できる。

また、パラメータは、労働・資本ともにプラスの符号であり、表Ⅲ. 10-3-2 より、P 値も 0.001 未満であることから、有意な推定結果が得られている。

以上より、全国都道府県における人口及び資本ストック，県内総生産（GRP）のデータより推定した生産関数モデルを用いて間接経済被害額を算定する。

表Ⅲ. 10-3-2 生産関数モデルの目的変数・説明変数の相関関係（全国データ）

項目	値
重相関係数 R	0.9951
重決定係数 R^2	0.9903
補正 R^2	0.9899
観測数	47

表Ⅲ. 10-3-3 生産関数モデル推定結果（全国データ）

項目	偏回帰係数	標準偏差	t 値	P 値
切片	-2.9174	0.2602	-11.2105	$P<0.0001$
対数 人口	0.4580	0.0565	8.1071	$P<0.0001$
対数 資本ストック	0.6179	0.0546	11.3185	$P<0.0001$