

茨城沿岸津波浸水想定調査

実施計画書

平成 17 年 12 月

茨城県

<目次>

I . 調査概要.....	1
1 調査の目的.....	1
2 調査の対象.....	2
(1) 対象範囲.....	2
(2) 調査単位.....	2
3 茨城沿岸の概要.....	4
(1) 海岸線の現状.....	4
(2) 津波の発生状況.....	4
4 調査項目と調査のながれ.....	5
II . 実施方針.....	6
1 震源（波源）の設定.....	6
2 地形モデル（全域津波計算用地形、構造物、粗度データ）の作成.....	7
3 津波シミュレーション.....	9
(1) シミュレーションの条件.....	9
(2) 波源の設定と地盤変動量計算.....	10
(3) 津波想定計算.....	10
4 津波被害想定.....	11
5 今後の海岸保全施設の整備方針の検討.....	12
6 成果品作成.....	13
(1) 津波浸水想定区域図.....	13
(2) 津波シミュレーション CG.....	14
(3) ホームページ.....	15
(4) データベース.....	15

1. 調査概要

1 調査の目的

本調査は、将来発生が予測される津波について、茨城沿岸全域（北茨城市～神栖市）を対象とした津波シミュレーションを行うとともに、その結果を利用して津波浸水想定や被害想定をするものである。

津波浸水想定区域図等の成果品は、本県の今後の津波防災対策の基礎資料とするとともに、市町村にも配布し、津波ハザードマップの作成を始めとする今後の防災対策の基礎資料として活用するものである（表 I - 1）。

表 I - 1 検討の目的と成果

区分	検討の目的	検討の成果
県	海岸保全基本計画の再検討等、今後の海岸施策の整備の方向性検討のための基礎資料として利用	津波による被害想定の評価、データベース
市町村 住民	津波避難計画、津波ハザードマップ作成のための基礎資料として利用	津波浸水想定区域図、津波シミュレーション CG、ホームページ

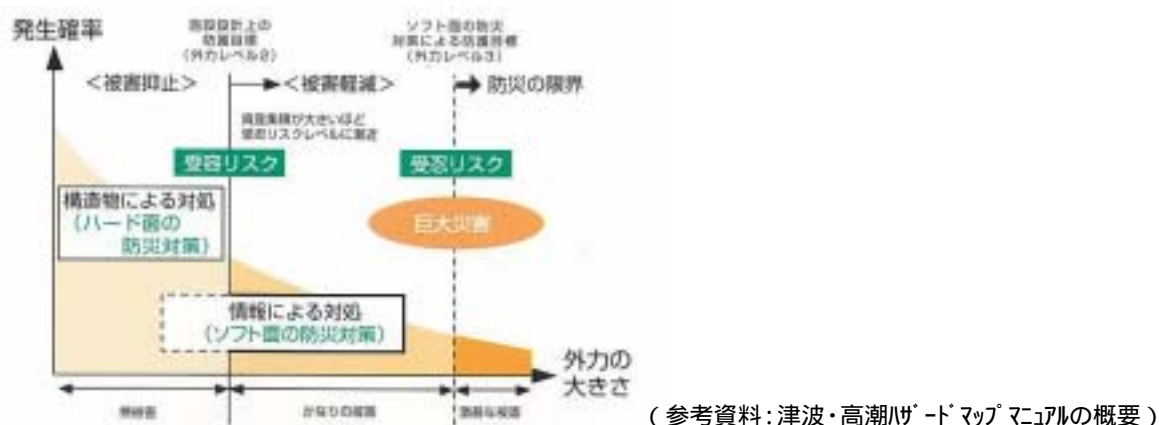


図 I - 1 ハード面とソフト面の防災対策の関係



図 I - 2 津波・高潮ハザードマップの整備主体

2 調査の対象

(1) 対象範囲

想定する波源を含む海域から茨城県沿岸までを対象とする。精度の高い陸域・河川への津波遡上を行うため、全沿岸を統一して高精度で詳細な 12m メッシュの詳細領域として設定する。

図 I - 3に、本調査の調査位置を示す。

(2) 調査単位

- メッシュサイズ：約 2700m、約 900m、約 300m、96m、48m、24m、12m*
- 調査項目ごとの調査対象地域および評価の最小単位は表 I - 2のとおりとする。

表 I - 2 調査対象地域

調査項目	調査対象地域	評価の最小単位
津波想定計算	沿岸全域（詳細領域あり）	12mメッシュ*
津波被害想定	沿岸全域（浸水域）	48mメッシュ

* 一部河川については、6m メッシュで評価する。



(): 河川遡上により津波浸水被害が予想される市町

図 I - 3 調査位置 (平成 18 年 4 月予定)

3 茨城沿岸の概要

(1) 海岸線の現状

茨城沿岸は、福島県境から大洗町までの崖と砂浜が混在した海岸と大洗町から千葉県境である利根川までの長大な砂浜海岸から構成されている。北側半分の海岸は阿武隈山地を背後に控え、変化に富んだ海岸地形を持つ区間で、崖に囲まれた砂浜が連続する。主な流入河川は久慈川、那珂川である。一方、南側の 90 km 以上の延長をもつ長大な砂浜海岸は背後に砂丘が発達しているため、流入河川がほとんどなく、土砂の供給のほとんどを利根川に依っていると考えられている（図 I-3）。

(2) 津波の発生状況

茨城沿岸は地震の発生頻度が高い半面、大きな津波が来襲した記録がない。県下で津波による死者（36 名）がでたのは 1677 年に発生した房総東南沖を震源とする延宝地震津波の一回のみである。

実態調査結果によれば茨城沿岸に近年来襲した津波で最大のものは、チリ地震津波の約 3 メートルであるが、過去には延宝地震津波により 4m 以上の津波が来襲していたという研究成果もあり、また、既往調査によれば発生を想定し得る最大の津波高は、場所によって 6 m を越すという試算もある（表 I-3）。

表 I-3 既往調査による想定津波高と現況施設の関係

	現況施設高		想定最大 地震津波高 計算値*	想定津波高 - 現況施設高		既往地震津波高	
	最低	最高		施設最低 高との差	施設最高 高との差	計算値	実態調査 結果
北茨城市	5.1	7.6	6.6	-1.5	1.0	2.1**	3.0***
高萩市	5.0	6.6	5.9	-0.9	0.7	2.3**	-
十王町	6.3	6.3	5.3	1.0	1.0	-	-
日立市	5.0	6.0	5.6	-0.6	0.4	2.2**	3.0***
東海村	-	-	5.3	-	-	2.0**	-
ひたちなか市	4.1	5.6	5.2	-1.1	0.4	2.4**	0.4****
大洗町(北部)	5.6	6.0	5.1	0.5	0.9	2.8**	-
大洗町(南部)	5.0	5.6	4.5	0.5	1.1	2.7**	3.0***
旭村	4.5	5.0	4.6	-0.1	0.4	2.4**	-
鉾田町	4.5	5.0	4.8	-0.3	0.2	2.5**	-
大洋村	4.5	5.0	4.6	-0.1	0.4	2.6**	-
鹿嶋市	4.5	5.6	4.2	0.3	1.4	2.9**	3.0***
神栖町	4.5	4.5	4.3	0.2	0.2	4.2**	-
波崎町	5.0	5.7	5.8	-0.8	-0.1	5.5**	-

*想定地震断層モデル(G3-3沿岸より約100～180m沖合い)とした場合

(単位:T.P.m)

元禄関東地震(1703)、*チリ地震津波(1960)、****北海道東方沖(1994)

出典:太平洋沿岸部地震津波防災計画手法調査(平成9年3月)構造改善局、水産庁、港湾局、河川局

4 調査項目と調査のながれ

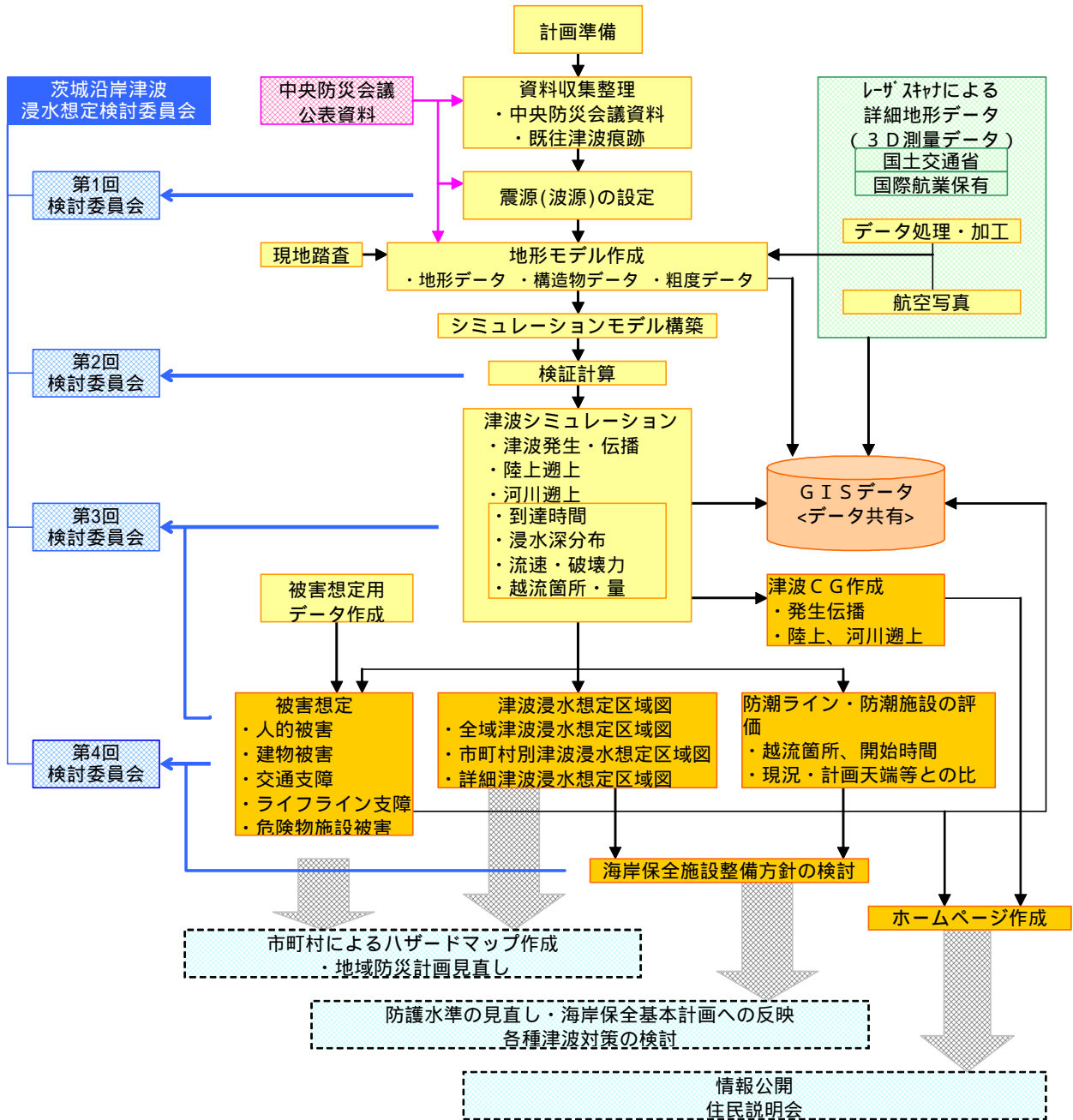


図 I - 4 調査のながれ

II. 実施方針

1 震源（波源）の設定

波源の設定に関しては、想定される被害の大きい想定津波 2 ケース（宮城県沖連動型地震による津波、延宝地震津波の再来）について津波シミュレーション及び被害想定を実施し、津波浸水想定区域図等を作成するための波源モデルとして考える。

また、参考として、最も到達時間が早くなる茨城県沖・福島県沖の地震についても、津波到達時間を調査・整理するためのものとして想定地震に加える。

波源は、現在中央防災会議が公表している「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」の検討結果を基本として、茨城県の防災環境（津波防災施設状況、住民意識、風土）、近隣県の状況を考え、委員会の意見を参考に見直しを行う。

図 II - 1におおよその位置を示す。

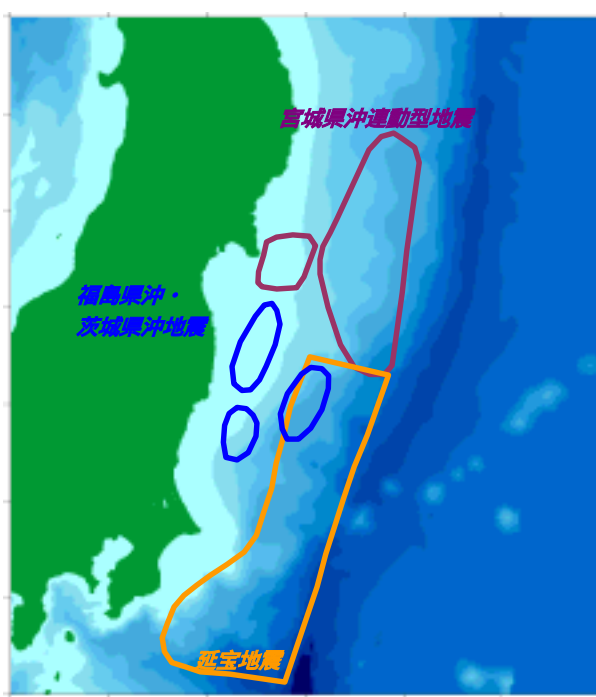


図 II - 1 想定地震波源位置

2 地形モデル（全域津波計算用地形、構造物、粗度データ）の作成

津波シミュレーションに用いる地形モデルに関わる地形、構造物、粗度データを表 II - 1のとおり作成する。

全てのデータは統一した座標系（平面直角座標系第 1 系：世界測地系）で作成するものとし、中央防災会議のデータおよび台帳等のローカルな水深情報から、陸域地形は、国土交通省から貸与される 3D 測量データおよび国際航業保有の 3D 測量データ（レーザスキャナデータ）から、計算メッシュに合わせた地形データを作成する。また、構造物データについても中央防災会議のデータを極力利用・参照利用することとする。

なお、国土交通省より提供される 3D 測量データは、平成 18 年 1 月頃の提供予定である。



図 II - 2 3D 測量データ範囲

表 II - 1 計算用データ

データ項目	作成データ	基データ	データの加工
陸上地形	12m メッシュ標高データ	3D 測量データ 都市計画図	-
	12m メッシュ粗度データ	土地利用図メッシュデータ 最新のオルソフォト	最新のオルソフォトを用いて土地利用分類を行うとともに、市街地を高・中・低密度の 3 段階に分類して粗度を設定する。
海底地形	12m メッシュ水深データ	中央防災会議データ 深浅データ	基の水深データより内挿して作成する。陸域に接する沿岸部を 12m メッシュとする。
海岸構造物	12m メッシュ施設位置・天端高データ	海岸保全施設台帳 港湾台帳 漁港台帳 都市計画図 最新のオルソフォト	最新のオルソフォト、台帳平面図や都市計画図に基づき、計算メッシュ辺に沿って構造物の位置を読み取る。各台帳に基づき、天端高を計算メッシュ辺の高さとしてデータ化する。
河川堤防	12m メッシュ施設位置・天端高データ	河川平面図 河川縦横断図 都市計画図 最新のオルソフォト	最新のオルソフォト、河川平面図や都市計画図に基づき、計算メッシュ辺に沿って河川堤防の位置を読み取る。縦横断図に基づき、天端高を計算メッシュ辺上の高さとしてデータ化する。

3 津波シミュレーション

(1) シミュレーションの条件

以下の津波計算条件にしたがって、シミュレーションを行う。ただし、計算時間間隔やマニング粗度係数など、詳細な条件については学識経験者の意見や実際の計算を通して決定していく。

表 II - 2 津波計算条件

項目	内容
検討対象とする地震津波	宮城県沖連動型地震 延宝地震（1677年） 茨城県沖・福島県沖の地震（津波到達時間のみの調査・整理）
想定地震津波の波源モデル	中央防災会議のモデル
基礎式と解法	（波源～沿岸の伝播計算，堤内地の氾濫計算） 非線形長波方程式を基礎式とし、Leap-Frog 差分法により計算 （越流境界（海岸堤防位置の津波の入射（越流量））） 本間公式による越流計算
計算メッシュ間隔	約 2,700m、約 900m、約 300m、96m、48m、24m、12m*
大メッシュと小メッシュの接続方法	空間：波源から堤内地までの計算領域を接続し、同時に津波遡上シミュレーションを実施 時間：計算時間間隔はすべての計算領域で一定とする
検討方法	対象 2 ケースについて、全域で津波遡上シミュレーションを実施。（市街地は最小計算メッシュ間隔 = 12m）。最大浸水深、浸水区域より津波浸水想定区域図を作成
計算時間	3 時間
計算時間間隔	0.1～0.5 秒（計算安定条件を満たすよう設定）
地盤変位量	マンシンハ・スマイリ（1971）の方法
初期条件	初期水位変動量 = 海底地盤変位量の鉛直成分
潮位条件	朔望平均満潮位
Manning の粗度係数 n	市街地：高密度（建物占有面積 50%以上）：0.08、中密度（同 20～50%）：0.06、低密度（同 20%未満）：0.04、森林：0.03、水面：0.025、田畑：0.020 （漁港、港湾施設などは市街地に含める。）陸域はオルソフォトから土地利用を読み取り設定する
陸上遡上（氾濫）計算における波先端条件	水域側水位と陸域側地盤高の差（実水深）が 10^{-5}m を超える場合に遡上 「三陸沿岸を対象とした津波数値計算システムの開発、後藤智明・佐藤一央、港湾技術研究所報告 第 32 巻 第 2 号」より設定
アウトプット	津波評価点における津波波形と流速ベクトルの経時変化 （最大津波高、津波到達時間） 最大津波高の平面分布 最大浸水深分布図 浸水深平面分布時系列変化図（CG 動画含む）

*一部河川については、6mメッシュで評価する。

表 II - 3 津波シミュレーションケース

想定ケース	最小メッシュ	海岸構造物	河川堤防
宮城県沖連動型地震	12m	健在	現況堤防
延宝地震			

(2) 波源の設定と地盤変動量計算

次の2地震を想定し、マンシンハ・スマイリ(1971)の方法を用いて海底地盤の垂直変動量を計算し、津波初期波形とする。

- 宮城県沖連動型地震（三陸沖南部海溝寄りのプレート間地震が宮城県沖地震と連動した場合の想定地震）
- 延宝地震（1677年）

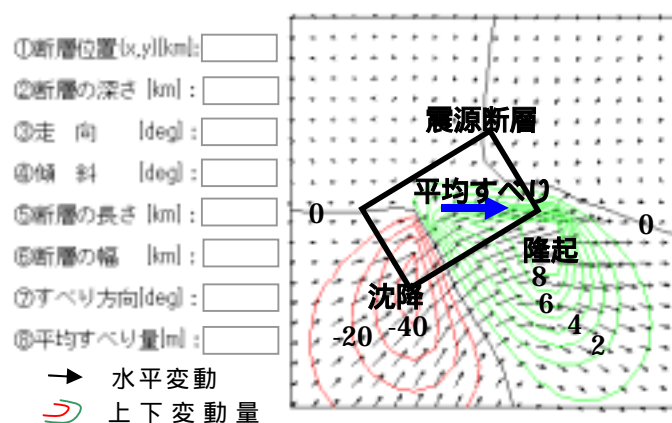


図 II - 3 マンシンハ・スマイリの方法による地盤変動量の計算例

(3) 津波想定計算

宮城県沖連動型地震と延宝地震について全沿岸を統一して12mメッシュを用いた詳細な津波遡上計算を行う。河川については一級河川と河口幅25m以上の二級河川を対象にモデル化を行い、津波河川遡上を予測する。また、各想定地震につき津波防災施設（海岸構造物、河川構造物）の効果がある場合（健在）を想定し、それぞれ計算する。計算に先立ちモデルの確認を行う。

4 津波被害想定

津波被害想定は、表 II - 4 に示す調査項目・被害想定手法によって、想定する津波ごとに実施する。

想定結果は報告書にまとめるほか、一覧表などを市町村別津波浸水想定区域図にも掲載し、津波災害のイメージが把握できるよう工夫する。また、被害想定調査に用いた基礎データについては、GIS データとして整理し、市町村などで条件を変えた被害想定を実施する場合にも有効に活用できるものとする。

表 II - 4 被害想定項目および手法

調査項目	被害想定手法	評価単位	データ入手方法	入力項目
				出力項目
防潮ライン評価・防潮施設被害	津波水位および流速の時系列変化から、防潮ラインおよび防潮施設について以下の評価を行う。 <ul style="list-style-type: none"> 最大波圧(破壊力) 越流の有無 越流開始時間 被災危険度(構造、築造年代、波圧、越流、引き波による越流、流速等から危険度評価区分判定を行う) 	-	津波シミュレーションに用いる地形データおよび構造物データを用いる。構造物の諸元(構造、築造年代等)については、各種台帳を用いて整理する。また、築造年代については管理者にヒアリングする。	防潮堤位置 天端高 構造、築造年代 流速・水位 最大波圧 越流開始時間 越流量 危険度判定
建物(住宅)被害	津波の最大浸水深に対する建物被害程度を設定し、建物全半壊棟数を算出する。漂流物が多い地域と通常の地域別に、被害発生浸水深を設定する。	48m メッシュ	地域メッシュ統計による世帯数から木造建物棟数を算出し、地形図等から読み取ったメッシュごとの建物密度を用いて、メッシュに配分する。	木造建物棟数 津波最大浸水深 木造建物全半壊棟数
人的被害	最大浸水深 1m 以上のエリア内の滞留人口を津波影響人口とする。これをもとに、逃げ遅れによる死者数を算定する。普通地震と津波地震の場合を想定し、さらに住民の避難意識が高い場合と低い場合を想定する。負傷者は、過去の津波の死者と負傷者の割合より算定する。	48m メッシュ	平成 12 年度の国勢調査結果および観光入込客数調査結果を使用する。建物密度に応じて人口を配分する。海水浴場については観光客数を考慮して海水浴場に対応するメッシュに人口を配分する。	人口分布 津波到達時刻 津波最大浸水深 浸水域内人口 津波影響人口 死者数 負傷者数
交通支障	道路と鉄道を対象とする。道路は、自動車が通行可能な路線を対象とする。48m メッシュごとの津波浸水深と道路・鉄道分布を重ね合わせて、浸水域内の道路・鉄道延長を求める。また、一部でも津波の浸水域に入る区間については、漂流物や津波再来の危険性等により直後の使用が困難と判定し、道路については交差点間を単位として、鉄道については駅間を単位として支障延長を算出する。	48m メッシュ 路線別 交差点間の区間別 鉄道駅間別	地形図から沿岸の低地を通過する路線を抽出する。	自動車通行道路網 鉄道線路網 津波最大浸水深 浸水域内延長 支障区間 支障延長

ライフライン支障・危険物施設被害	ライフライン(上水道ポンプ、下水処理施設、発電施設、ガス貯蔵施設、電話交換施設等)および危険物施設(オイルタンク等)を対象とする。これらのうち、海岸に設置されているライフライン拠点施設や危険物施設について、施設位置や津波浸水深等を考慮して定性的に機能支障や被害危険性を評価する。	拠点施設別	地形図、管内図、計画図などを事業者等から収集し、施設位置をデータ化する。	施設位置 津波最大浸水深
				停電等のライフライン機能支障 危険物施設の危険性評価

5 今後の海岸保全施設の整備方針の検討

波源毎の津波シミュレーション結果及び津波被害想定に基づき、沿岸毎(海岸・港湾・漁港・河川など)に施設の評価を行うとともに整備の優先度を示し、今後の津波対策としての海岸保全施設の効果的・効率的な整備方針を検討する。

表 II - 5 被害想定項目および手法

区域	計画天端高 (T.P. m)	現況天端高 (T.P. m)	津波高 (T.P. m)	浸水の有無	津波対策の必要性	津波到達 時間(分)	主な越流箇所	被害想定結果	対策の 優先度
海岸・港湾・漁港・河川名									
海岸	5.2	5.2	5.5	有		38	海岸前面の1箇所から越流。	海岸背後の変電所が浸水する。	
海岸	6.5	6.0	6.5	有		30	海岸前面の3箇所から越流。	海岸背後の国道 号が浸水する。	
漁港	6.5	6.5	7.0	有		35	漁港前面から越流。	漁港背後の密集している集落が浸水する。	
××海岸	5.0	5.0	5.5	有		40	海岸前面の1箇所から越流。	海岸背後の田畑が浸水する。	
川	6.0	6.0	4.0	無	×	50	-	浸水被害無し。	×
港	5.0	5.0	4.0	無	×	40	-	浸水被害無し。	×
海岸	5.0	5.0	3.0	無	×	30	-	浸水被害無し。	×

津波対策の必要性は、天端高、最大遡上高から対策の必要性を評価。○：対策が必要、×：対策不用。




対策の優先度は、津波対策の必要性、津波到達時間、主な越流箇所、被害想定結果を勘案して3段階で評価。○：対策の優先度が高い、○：対策の優先度は低い、×：対策不用。

6 成果品作成

(1) 津波浸水想定区域図

次の 3 種類の津波浸水想定区域図を作成する。

表 II - 6 作成する津波浸水想定区域図

図名	縮尺	内容	イメージ
全域津波浸水想定区域図	1/200,000 程度	公開用： 想定する全ケースの予測結果をまとめ、各ケースの最短到達時間、影響開始時間、最大遡上高と全ケースの最大浸水範囲を表示する。	
市町村別津波浸水想定区域図	1/10,000 ～ 1/25,000 程度	公開用： 市町村単位に予測結果をまとめ、津波の最短到達時間、影響開始時間、最大浸水範囲、最大浸水深分布、浸水方向、既往津波の痕跡などを表示する。 行政用： 公開用の情報に加え、市町村が津波避難計画を策定する際に必要な想定津波別の浸水深分布および津波到達時間を表示する。あわせて代表地点での水位変化、越流箇所、現地写真、想定津波別の被害想定結果も表示する。これらは GIS 上のデータとし、任意に表示できるものとする。	
詳細津波浸水想定区域図	1/10,000 程度	津波による浸水被害が想定され、市町村別津波浸水想定区域図では、今後の津波防災対策を検討していく上で重要な箇所が十分表現できない地域について、市町村別津波浸水想定区域図と同様の表記内容で作成する。GIS データにはオルソフォト画像も背景レイヤとして組み込み、オルソフォト背景の地図表示も可能にする。	

(2) 津波シミュレーション CG

津波シミュレーション結果を表現する次の3種類のCG(動画)を作成する。今後市町村が作成する津波ハザードマップやその他の津波防災対策の推進を図るために、浸水深、津波到達時間、流速、破壊力等の情報を混乱が生じないよう分かりやすい内容として提供することを目的とする。

表 II - 7 作成する津波シミュレーション CG

名称	内容
津波伝播 CG	茨城県全沿岸および波源を含む領域、想定津波毎津波の発生から来襲までのイメージや到達時間を認識できるCGを作成する。
津波遡上 CG	沿岸市町村毎に1地域以上、住宅まで浸水被害が想定される地域や重要地区津波の陸上・河川への遡上イメージを認識できるCGを作成する。
詳細津波遡上 CG	津波の河川遡上等による被害が想定される代表的な1地域津波の陸上・河川への遡上イメージを鳥瞰図のように表現した3次元のCGを作成する。

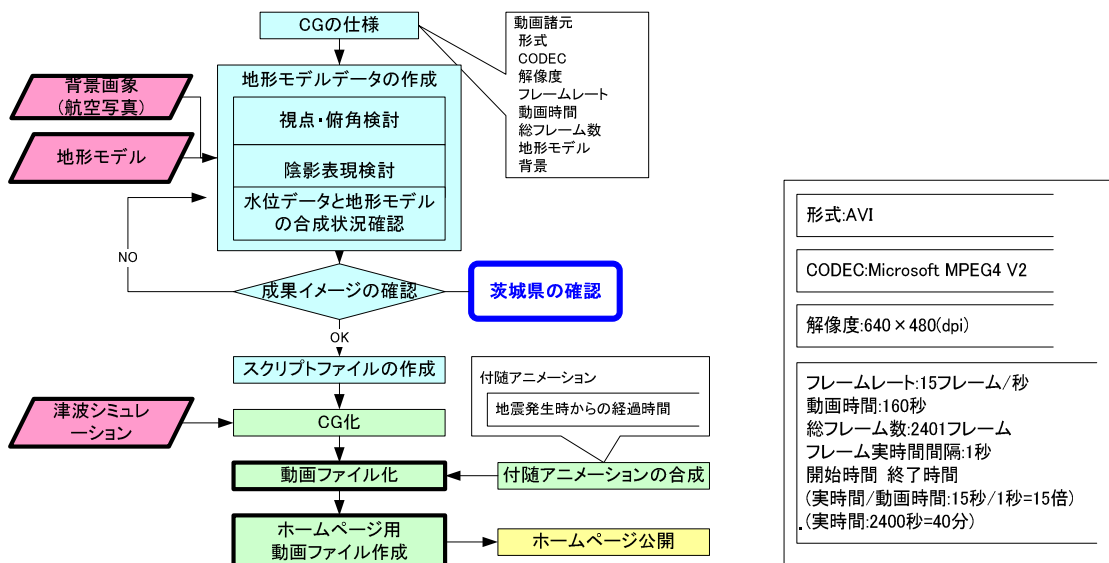


図 II - 4 CG 作成フロー

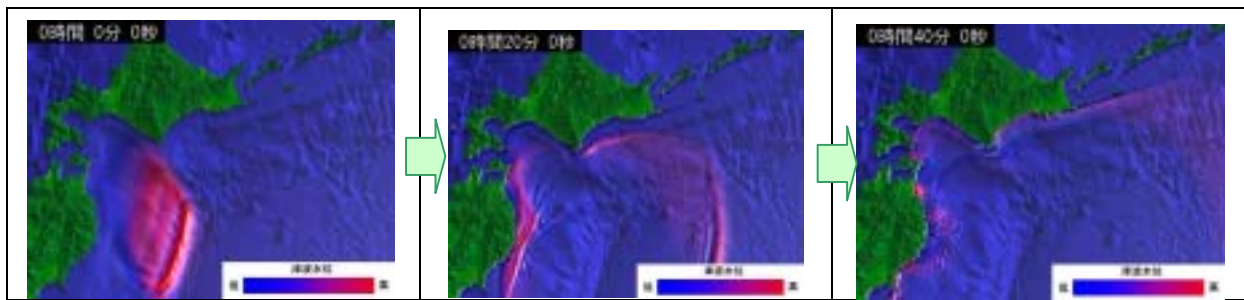


図 II - 5 津波伝播 CG イメージ

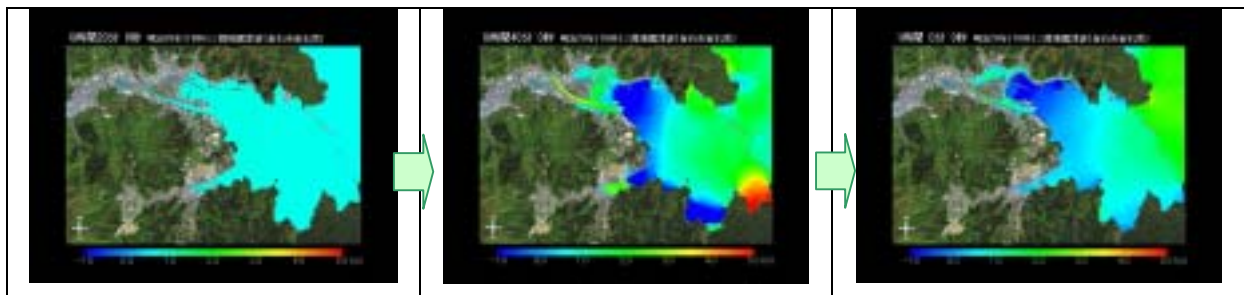


図 II - 6 津波遡上 CG イメージ



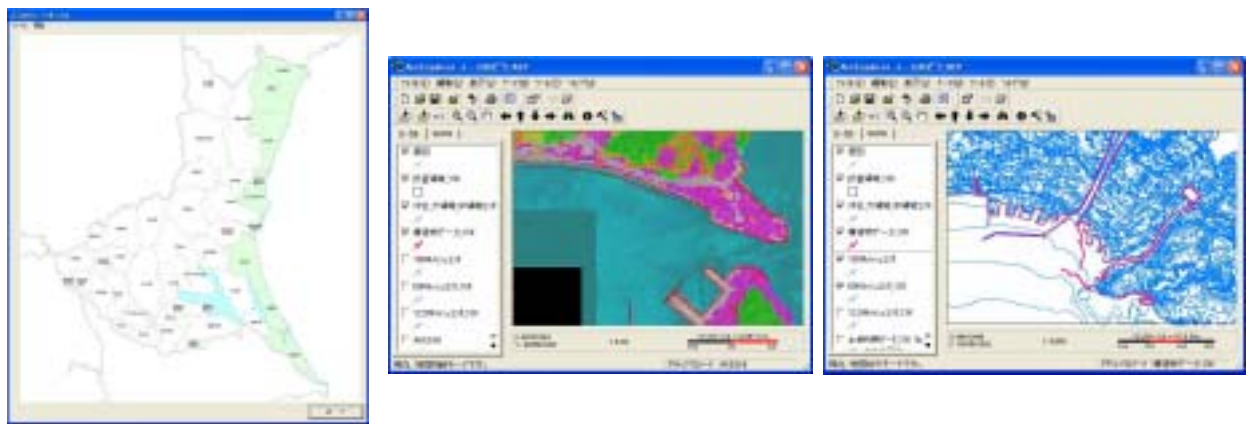
図 II - 7 詳細津波遡上 CG イメージ

(3) ホームページ

県民に広く情報を発信するため、本成果である津波浸水想定区域図やCG（津波伝播・河川遡上）および津波に関する基礎知識などを盛り込んだホームページを県庁関係各課共通版と関係出先機関版（土木事務所、港湾事務所）を作成する。

(4) データベース

本調査の成果は、今後の海岸保全などに寄与できるように、浸水結果や地形データだけでなく、構造化した保全施設のデータや粗度データについても再利用可能なようにGISデータとし、データの閲覧を容易にする簡易なGISデータビューワを添付する。また、市町村に提供したデータが有効に活用されるよう、市町村担当者を集めた説明を行う。



図II - 8 GIS ビューワイメージ

(左：起動時画面、中：土地利用、右：地形等高線+構造物データ)