

津波ハザードマップ作成における 諸条件の設定方法について

目次

1 . はじめに	1
2 . 諸条件の設定方法	2
2.1 地震断層モデル	2
2.2 地震断層モデルで表現される初期水位	7
2.3 格子間隔	9
2.4 標高	13
2.5 河川地形条件	17
2.6 潮位	19
2.7 構造物条件	21
2.8 構造物の地震被害	24
2.9 津波数値解析手法	26

1. はじめに

本資料では、津波ハザードマップ作成に係わる不確実性要素について、どのように各要素をコントロールすれば住民の被害を最小化するハザードマップが実現されるのか、という命題を念頭に、不確実性要素すなわち津波ハザードマップ作成時の諸条件の設定方法についてとりまとめる。津波ハザードマップ作成時の諸条件としては、表 1 に示す各条件を対象とする。

表 1 津波ハザードマップ作成時の諸条件

項目	不確実性要素（ハザードマップ作成時の諸条件）
津波外力	1.地震断層モデル
	2.地震断層モデルで表現される初期水位
地形条件	3.格子間隔
	4.標高
	5.河川地形条件
潮位	6.潮位
構造物条件	7.構造物条件
	8.構造物の地震被害
解析法	9.津波数値解析手法

2. 諸条件の設定方法

2.1 地震断層モデル

(事務局案)

地震発生時には、津波のみではなく地盤高の変位（隆起・沈降）が生じ、このため最大津波高を与える地震と最大浸水高を与える地震が異なる場合がある。このため津波ハザードマップで対象とする地震断層モデルは、津波高のみを考えるのではなく浸水高（津波高-変位後の地盤高）によって評価を行う必要がある。

地震断層モデルの選定にあたっては

地盤が沈降する場合には沈降した場合の変位後の地盤高

地盤が隆起する場合には隆起がないものとした変位後の地盤高

により浸水高を算定し、既往又は想定される最大規模の浸水高の原因となる地震を設定することを基本とする。

他のマニュアル類での取り扱い

<地域防災計画における津波対策強化の手引き 平成9年3月>

対象津波については、過去に当該沿岸地域で発生し、痕跡高などの津波情報を比較的精度良く、しかも数多く得られている津波の中から、既往最大の津波を選定し、それを対象とすることを基本とする。ただし、(中略) 別途現在の知見により想定しうる最大規模の地震津波を検討し、既往最大津波との比較検討を行った上で、常に安全側の発想から沿岸津波水位のより大きい方を対象津波として設定するものとする。この時、必ずしも想定しうる最大規模の地震が最大規模の津波を引き起こすとは限らないことから、地震の規模、震源の深さとその位置、指向性、断層のずれ等を総合的に評価した上で対象津波の設定を行う必要がある。(P.238)

<津波災害予測マニュアル(地域防災計画における津波対策強化の手引き別冊) 平成9年3月>

記載なし(気象庁の津波予報に対応する津波の高さ<1,2,4,8m等>を対象としているため)

<津波対策推進マニュアル検討報告書 平成14年3月>

想定しうる最大の規模の津波が発生する地震を検討し、津波シミュレーションを実施し、津波浸水地域及び津波到達予想時間を設定する。(P.32)

< 解説 >

1. 地盤変位が浸水シミュレーションの結果に与える影響について

地震断層モデル（断層の位置・深さ・長さ・幅・すべり量・走向角・傾斜角等）は、津波計算を実施する上での、初期条件（初期水位）と地盤昇降を決定する。これらの諸元は津波の大きさと浸水状況に直接影響する。

地震の発生によって地盤変位（隆起・沈降）が生じる場合を含めると、最大津波高を生じる地震と最大浸水深を生じる地震とは異なる可能性や地震被害と浸水被害に正の相関がない可能性がある。よって、最大規模の浸水被害を想定する際の地震断層モデルは津波高および地盤高の変位を考慮した上で決定する。

地盤変位は1 m以上にも及ぶことがあり、浸水深に1 m以上の差が出る可能性があるものの、マニュアル類に地盤変位の考慮の仕方に統一的な見解が示されておらず、下記のような判断がケースバイケースで実施されてきたが、浸水にとっての危険側の判断を行うための考え方をとることが適当であると考えられる。

地盤変位を取り扱わない。（地盤変位量が無視できる場合）

地盤の隆起と沈降の両方を考慮する。

地盤の沈降のみ考慮する。（浸水にとって危険側の判断を行うため）

図 1 に示す概念図を例にして、同じ規模の地震で発生場所の異なる A 地震と B 地震を想定すると、対象地点（図中 印）での相対的な影響の程度は表 2 の様な関係になると考えられる。この例では、A 地震と B 地震では地震被害と浸水被害の相対関係は逆転する。

表 2 対象地点（ 印）での 2 つの地震による影響の相対関係

Case	地震名	地震動	地盤高	津波高	地震被害	浸水被害
Case1	A 地震	B より強い	隆起 (+2 m)	B より高い (10 m)	B より多い (地震動に比例)	少ない (浸水=津波高-地盤高) (10 - 2 = 8 m)
Case2			隆起無し (± 0 m)			(10 - 0 = 10 m)
Case3	B 地震	強い	沈降 (-1 m)	高い (8 m)	多い	多い (8 - (-1) = 9 m)

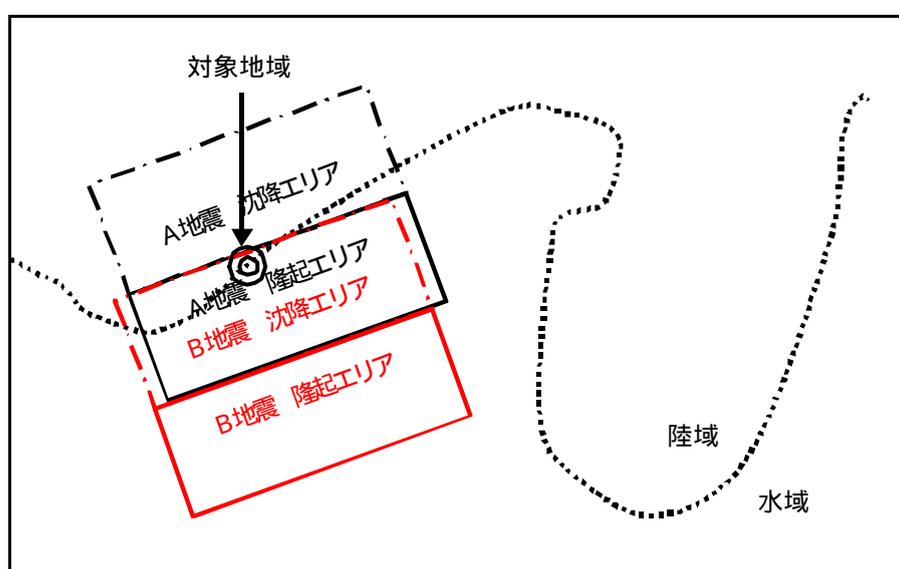


図 1 断層位置と検討対象地点の概念図

この概念図において浸水高（津波高 - 変異後の地盤高）によって評価を行う場合には、Case3（B 地震）が最大の浸水被害（9 m）を及ぼし、Case1（8 m、A 地震）よりも大きい値となっている。しかし、A 地震の隆起量（+2 m）が無いものとすれば、Case2（10 m）が最大の浸水高を与えるものとなり、A 地震が選定されることとなる。

ケーススタディの結果 (静岡県清水地区)

- ・ 津波遡上範囲の地盤が地震によって沈降・隆起した場合は浸水範囲、浸水深に直接影響する。
- ・ 例えば、想定東海地震によって清水では 1.6～1.9m の隆起が生じる。この隆起が主たる原因で、津波による浸水はほとんど生じていない(図 2 の左図参照)。
- ・ 一方、同じ地震断層モデルで地盤の隆起がなかったと仮定した場合(初期水位のみ地震断層モデルに対応したものを条件として与えた場合) 浸水範囲が生ずる。(図 の右図参照)。

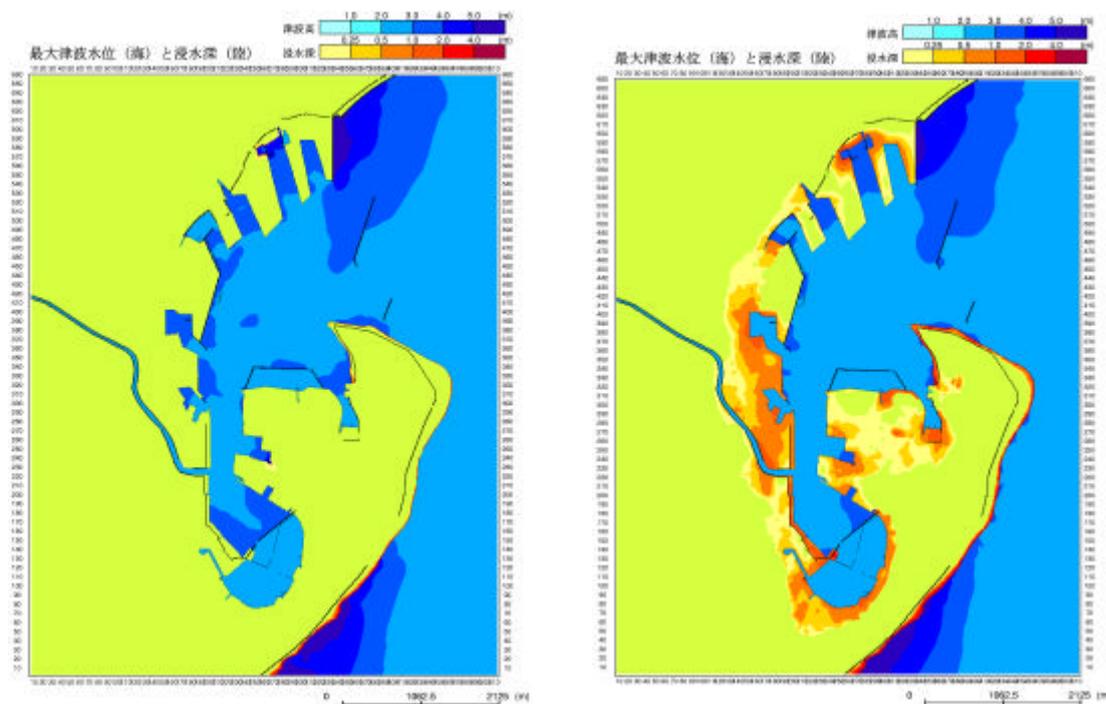


図 2 想定東海地震最大津波水位と最大浸水深(左:地盤変位考慮、右:地盤変位なし)

*この計算結果は本調査における技術的検討のため、種々に条件を変えてシミュレーションを行った結果の一部であり、実際の地震対策に用いられる予測結果ではない。

2. 既往および想定地震の取り扱いについて

既往地震については津波高や浸水状況について信頼しうるデータが残されているものを対象とする。また、想定地震については有識者による合意が得られている地震断層モデルを対象とする。想定地震の設定例としては、中央防災会議による想定東海地震や想定地震断層モデル¹がある。

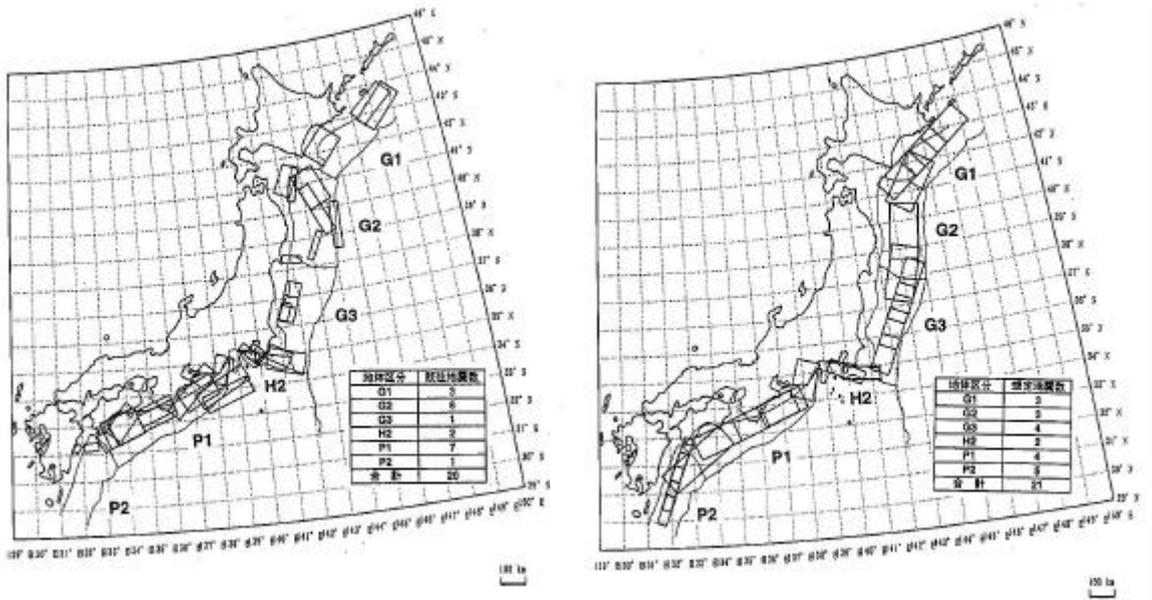


図 3 地震断層モデル例（左：既往地震、右：想定地震）

¹ 農林水産省構造改善局、農林水産省水産庁、運輸省港湾局、建設省河川局：太平洋沿岸部地震津波防災計画手法調査 報告書、平成 9 年 3 月

2.2 地震断層モデルで表現される初期水位

(事務局案)

津波ハザードマップで対象とする津波計算に使用する「初期水位」は、津波再現計算を実施しその妥当性を検証したものとして発表されている断層モデル(津波から見た最適断層モデル)により設定することを基本とする。

他のマニュアル類での取り扱い

<地域防災計画における津波対策強化の手引き 平成9年3月>

初期波形は対象となる地震の震源断層モデルの設定に大きく依存しているが、震源断層モデルの設定では、どの地震計を使ったか、また地震波のどの周波数帯域を重視したか、地震波情報のみか津波痕跡値情報を含めて設定されたかなどにより確度が変わってくるため、震源断層モデルの選定いかんによって計算結果が異なることになる。従って、津波数値解析計算を行うに際して、このような点に十分留意する必要がある。(P.240)

<津波災害予測マニュアル(地域防災計画における津波対策強化の手引き別冊) 平成9年3月>

推算結果の良否は初期に与えた海面変動すなわち波源モデルの表現と遡上域でのエネルギー損失の表現の適否に大きく依存する。波源モデルの性格を特徴づけるものは断層パラメーターであり遡上域のエネルギー損失を左右するのは海底摩擦係数である。これらのパラメーターの最適値は、計算結果を検潮記録や痕跡値と照合することによって試行錯誤的に決定される。このうち断層パラメーターは地震波の解析や測量データをもとに得られた値を初期値として選ぶ。(P.50)

<津波対策推進マニュアル検討報告書 平成14年3月>

記載なし

<解説>

1. 想定浸水シミュレーションの結果に与える影響について

津波の数値計算は初期条件として海面の変位分布(=初期水位)を与え、運動方程式と連続式を時間経過に伴い数値的に解くものである。このため、アウトプットとして得られる津波の水位は、この初期水位の条件に大きく左右される。

初期水位は以下のような断層モデルによって設定されることが多いが、後者ほど誤差が

減少し、確度の高いシミュレーションが可能となる。

- ・ 地震学的データや測地学的データから決められた断層モデルを使用する。
- ・ 「津波から見た最適断層モデル」(津波再現計算を実施しその妥当性を検証したものと
して発表されている断層モデル)をそのまま採用する。
- ・ 「津波から見た最適断層モデル」を基本とし、痕跡値等を利用して、調査で使用する
津波計算モデルに適合するように修正した断層モデル。

2. 「初期水位」設定の考え方

既往地震の場合、ひとつの地震に対して地震学的データによって決められた断層モデル
や津波再現計算を実施しその妥当性を検証したものととして発表されている断層モデルなど
複数の断層モデルが提唱されている場合がある。

津波ハザードマップで対象とする津波計算に使用する「初期水位」は津波から見た最適
断層モデルにより設定することを基本とする。設定にあたっては使用する津波計算モデル
によって再現計算を実施し、その再現性を確認するとともに、津波計算モデルに起因する
系統的な誤差が生じている場合はその補正を行う。

なお、想定地震津波による予測を実施する場合も、あらかじめ前記の再現性の確認と津
波計算モデルに起因する系統的な誤差補正を行っておくことが望ましい。

ケーススタディの結果 (静岡県清水地区)

- ・ 本ケーススタディの「初期水位」は想定東海地震の地盤変動量をそのまま与えた。
- ・ また、津波計算モデルの再現性は、中央防災会議で提示された津波計算結果(最大津
波高と代表地点での津波波形)との比較により、その妥当性を確認した。

2.3 格子間隔

(事務局案)

以下の観点から格子間隔は 12.5m を基本とする。

浸水区域予測の精度を確保する。

構造物等の微地形の影響を考慮する。

他のマニュアル類での取り扱い

< 地域防災計画における津波対策強化の手引き 平成 9 年 3 月 >

再現が難しい陸上での津波計算（岩崎・真野の方法）では、津波先端部の局所的な一波長の中に、少なくとも 50 個以上の格子点が必要であるといわれている。例えば、対象津波の一波長を 10km と仮定した場合、ある程度の計算精度を保証するためには最低 200m 計算格子は必要となる。(P.240)

< 津波災害予測マニュアル（地域防災計画における津波対策強化の手引き別冊） 平成 9 年 3 月 >

空間格子間隔は小さい程良く、また、使用する海底地形図の縮尺や設定する領域にもよるが、5 万分の 1 の地形図の場合は 30 ~ 100m 程度とする。(P.62,P.91)

< 津波対策推進マニュアル検討報告書 平成 14 年 3 月 >

実際の津波は、わずか数十メートル離れるだけで津波の高さが大きく異なる場合がある。通常の津波シミュレーション結果は、数百メートルメッシュの平均値を示すものであり、局所的（計算のメッシュよりも小さな範囲）な変動は再現が困難である。(P.35)

< 解説 >

1. 格子間隔と浸水区域の予測について

図4は格子間隔が浸水シミュレーションに与える影響についてのモデル図である。

図中A区域内において50mメッシュの浸水域は緑線で地形近似を行っているためB線で浸水しなくなる。一方実際の浸水域は黒線で表されC線まで浸水することとなり、50mメッシュの地形近似においては浸水域を過小評価することとなる。12.5mメッシュの地形近似を行うことにより、C線に近いより精度の高い浸水域を表現することができる。

A区域に建物が建っていると、50mメッシュでは浸水しないことに対して、12.5mメッシュにすることにより正しく表現される（浸水する）こととなる。

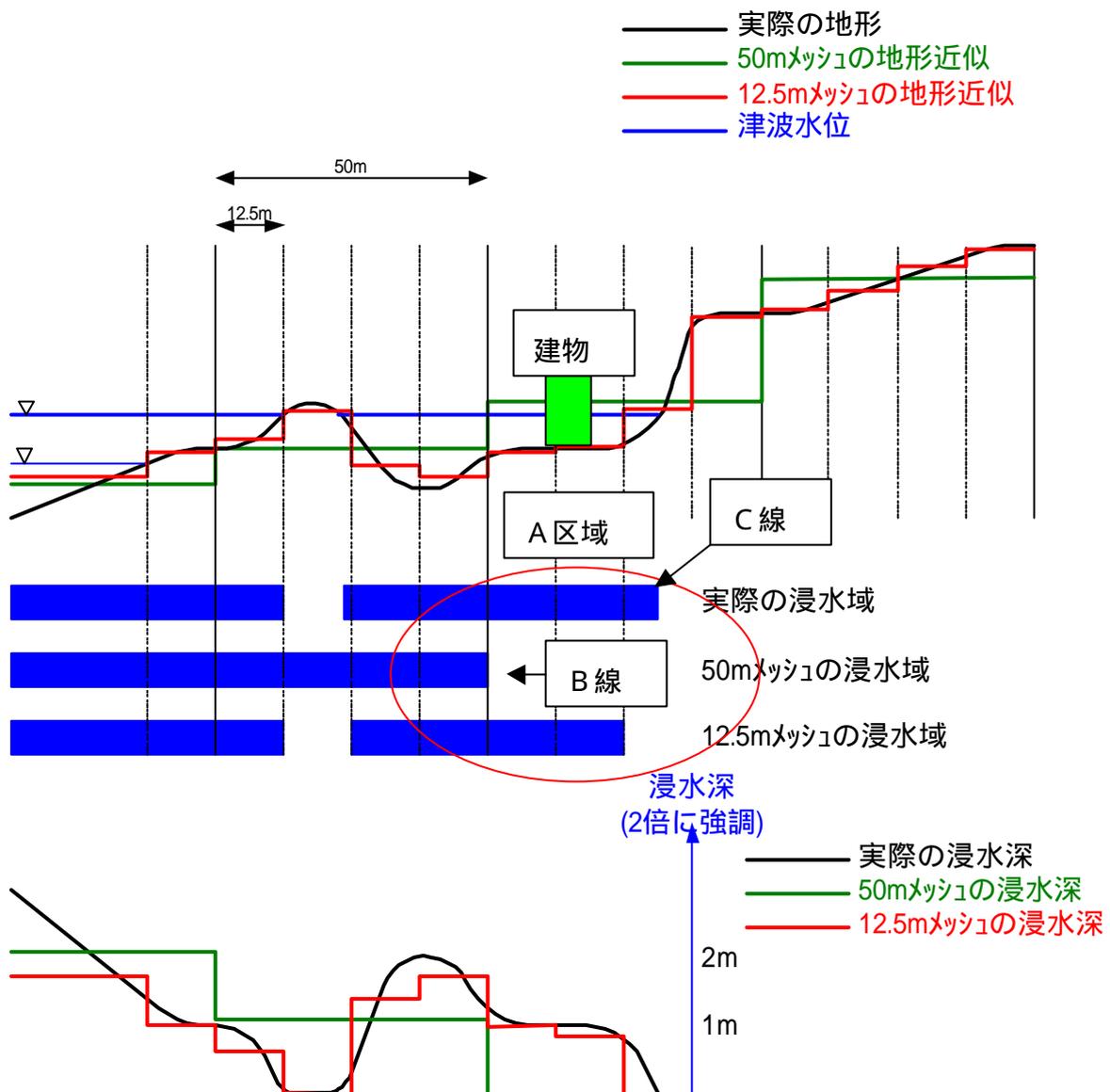


図4 格子間隔が浸水予測に与える影響 モデル図

2. 格子間隔と微地形の取扱いについて

津波計算では一般に矩形格子で地形を表現しており、標高は格子内の平均的な地盤高で表現している。

このため格子内の構造物等（ビル、水門、陸こう、土手、防潮林等）を直接考慮することは出来ない。

陸上での津波挙動を予測するための津波計算では計算格子間隔を狭くすることによって地形近似が高まり、構造物や微地形の影響をより正確に反映できるため計算精度は向上する。

構造物等による影響を検討する場合は下記のような方法を採用する。

- 1) 1:2,500 地形図や航空写真測量及びその他の測量データなどの信頼されるデータを用い、12.5m程度の格子間隔を採用する。

但し、12.5mの分解性能を持たないデータの場合はより大きな格子間隔のデータを内挿して算出することになり、データそのものに信頼性がないため、精度の高い浸水予測にならないことに留意する。

- 2) 格子内の土地利用状況を表す平均的な粗度で考慮する。

表 3 粗度係数の設定値

土地利用	粗度係数
住宅地	0.04 ~ 0.08
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

なお、地形データの作成や津波計算にはより多くの時間・経費を要することになるため、浸水予測を行う範囲が、国・県等の広域な場合で、全体を把握することが目的であるものについては、全て12.5m格子間隔で計算することは、より多くの時間・経費を要することになるので、広域の範囲のレベルにより50~100mなどの格子間隔により浸水域を把握するものとする。

ケーススタディの結果 (静岡県清水地区)

- ・ 清水地区において浸水状況を詳細に検討を行うため、12.5m 格子を採用した。また、格子内の土地利用に対応した粗度を与えている。なお、他の格子間隔との精度比較は本ケーススタディでは実施していない。

2.4 標高

(事務局案)

標高値は浸水深に直接影響を及ぼすため、特に津波浸水が予想される地域においては1:2,500地形図で読みとれる12.5m格子間隔の精度の高い標高データを使用する。

他のマニュアル類での取り扱い

<地域防災計画における津波対策強化の手引き 平成9年3月>

記載なし

<津波災害予測マニュアル(地域防災計画における津波対策強化の手引き別冊) 平成9年3月>

数値計算に使用する海底地形図は海上保安庁水路部から発行されているものを用いることを原則としている。(P.90)

<津波対策推進マニュアル検討報告書 平成14年3月>

記載なし

< 解説 >

1. 想定浸水シミュレーションの結果に与える影響について

図 5 は標高が浸水深に与える影響を表したモデル図である。A 区域において 50 m メッシュで表される標高では B 線が浸水深となり 1 m と表現される。実際の地形による浸水深は 2 m より深く、浸水深において過小評価をしている。12.5 m メッシュの標高を設定することにより実際の浸水深に近い C 線で表すことができ、浸水深も 1.8 ~ 2.0 m と実際の値に近いものとなる。

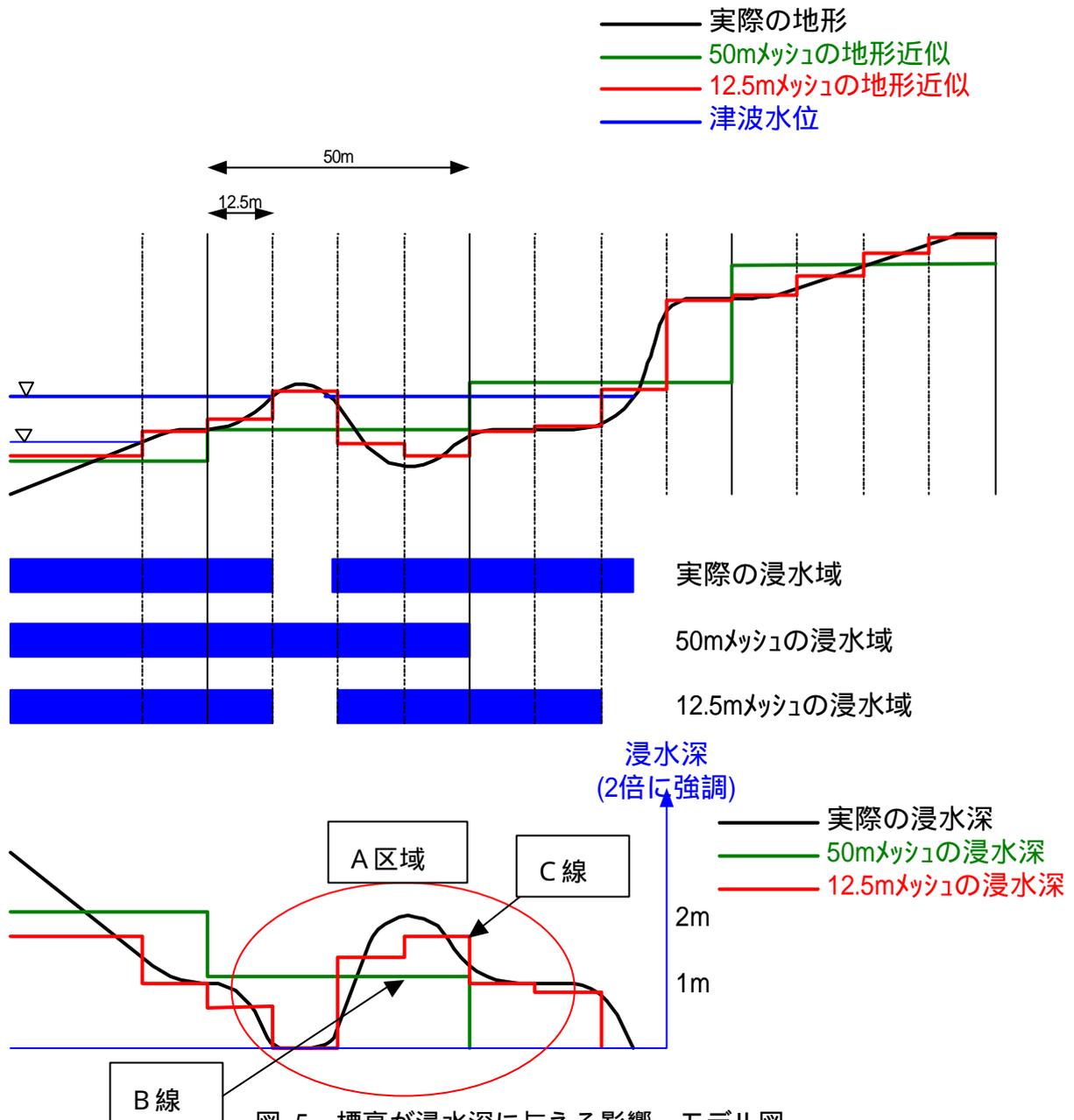


図 5 標高が浸水深に与える影響 モデル図

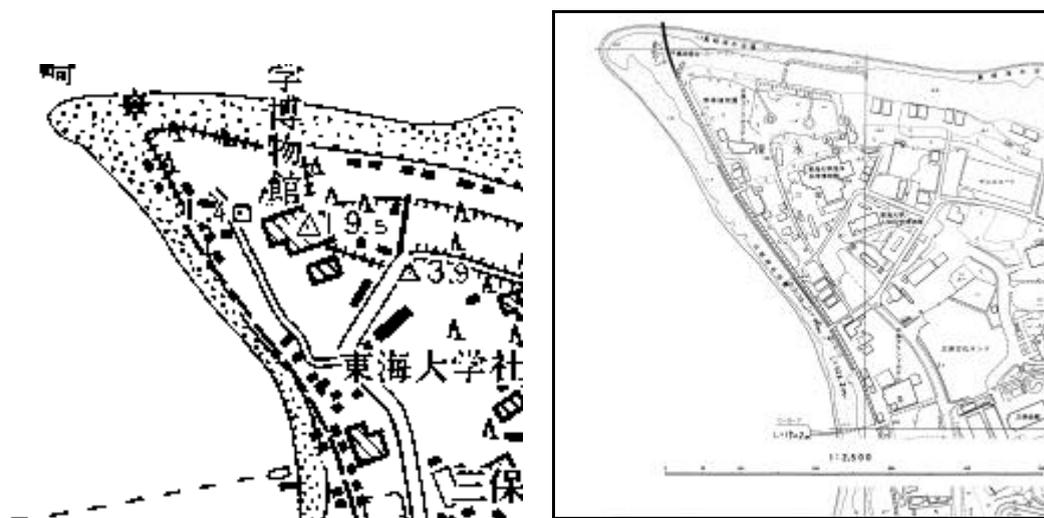
2. 標高データの設定について

標高データは津波計算の計算条件と浸水状況の推定に使用される。津波計算では各格子点の標高をもとにその伝播過程を計算し、これによって各格子点の水位の時刻歴が得られる。一方、浸水状況は計算結果としての津波水位と地盤高との差で表される。

標高データとしては下記を利用することが多い。

- ・ 国土地理院発行の縮尺 1:50,000 地形図または 1:25,000 地形図の等高線
- ・ 国土地理院発行の数値地図の 50m 格子標高値
- ・ 自治体が整備している 1:2,500 地形図（国土基本図）の等高線や個々の標高値

1:25,000 の小縮尺の地形図では 10m 間隔の等高線で標高が表現されている。このため、浸水被害が発生しやすい水際線付近の低平地の標高を忠実に再現することは困難な場合がある。また、数値地図の 50m 格子標高値も 1:25,000 の等高線から作成されたものであるため、同程度の精度である。これに対し、1:2,500 地形図では等高線間隔が 1m で表現されているため、より精度の高い標高データを作成することが可能である。



左：縮尺 1/25,000 の地形図

右：縮尺 1/2,500 の地形図

図 6 モデル図縮尺と地形図での標高表現

例えば、図 6 は清水市真崎の地形図で、左が 1/25,000 縮尺で作成された地形図、右が 1/2,500 縮尺で作成された地形図である。両者の記載内容を比較するために同縮尺で示してある。

これらの地形図に記載されている標高に関する情報を比較すると、1/25,000 の地形図に

は等高線が記載されておらず（この範囲には標高が 10m を越える地盤がないため）、三角点等の標高が 3 地点分記載されているのみである。一方、1/2,500 地形図の方には 1m 毎の等高線が記載されていて、かつ標高値の記載密度が高い。

この地区の水際線付近は砂浜となっているが、その地盤高は 1/25,000 の地形図では読み取ることができないが、1/2,500 地形図では砂浜内に 2m の等高線が記載されていて地盤高を知ることができる。同様に、家屋のある地区の標高も 1/25,000 の地形図では分からないが、1/2,500 地形図では知ることができる。

このように、低平地での標高情報は、簡略化してある 1/25,000 の地形図では読み取ることが難しく、1/2,500 の地形図で把握する必要がある。

また、津波高と被害程度に関して整理した既往の調査結果（表 4）を参考にすると、津波高が 1m と 2m の場合で被害の程度に差が生じている。この結果を踏まえると、浸水予測（予測津波高 - 地盤高）は 1m 以内の誤差が理想である。よって、地盤高データは 1:2,500 の地形図データもしくは航空写真測量などの最新のデータを用いることが必要である。

表 4 津波高と被害程度

津波強度	0	1	2	3	4	5
津波高(m)	1	2	4	8	16	32
津波形態	緩斜面	岸で盛上がる	沖でも水の壁 第二波砕波	先端に砕波を 伴うものが増える。	第一波でも巻波砕波を起こす。	
	急斜面	速い潮汐	速い潮汐			
音 響	前面砕波による連続音 (海鳴り、暴風雨)			浜での巻き波砕波による大音響 (雷鳴。遠方では認識されない)		
				崖に衝突する大音響 (遠雷、発破。かなり遠くまで聞こえる)		
木造家屋	部分的破壊		全面破壊			
石造家屋	持ちこたえる		(資料なし)	全面破壊		
鉄・コン・ビル	持ちこたえる		(資料なし)	全面破壊		
漁 船		被害発生	被害率 50%	被害率 100%		
防潮林被害	被害軽微		部分的被害 漂流物阻止	全面的被害		
防潮林効果	津波軽減	漂流物阻止		無効果		
養 殖 筏	被害発生					
沿岸集落		被害発生	被害率 50%	被害率 100%		
打上高(m)	1	2	4	8	16	32

注：表中、津波高(m)は船舶・養殖筏など海上にあるものに対しては汀線における津波の高さ、家屋や防潮林など陸上にあるものに関しては地面から測った浸水深となっている。最下段は一集落全体を対象とした表現となっており、その集落の浸水域内で発生した最高遡上高（最高打上げ高）(m)とその浸水域内全体としての家屋被害率の被害程度との関係となっている。

2.5 河川地形条件

(事務局案)

津波計算にあたっては河川の地形条件(河川形状・河床高)を計算メッシュと標高(水深)データで表現するとともに、河川堤防の天端高等構造物条件を設定する。

他のマニュアル類での取り扱い

<地域防災計画における津波対策強化の手引き 平成9年3月>

河川遡上の問題等、精度と再現性に関して未解決の部分が多い。(P.239)

<津波災害予測マニュアル(地域防災計画における津波対策強化の手引き別冊) 平成9年3月>

記載なし

<津波対策推進マニュアル検討報告書 平成14年3月>

記載なし

<解説>

1. 想定浸水シミュレーションの結果に与える影響について

震源から沿岸に達した津波の一部は、河口から遡上して河川から溢れて浸水を引き起こす可能性がある。浸水シミュレーションにおいて河川の地形形状(河川形状・河床高)や、堤防の天端高等を考慮しないと河川から生じる浸水を適切に評価することができなくなる。

河川地形を考慮しない場合は、河口から上流の堤外地に該当する計算格子に左右岸の堤内地の標高をあてはめている場合が多く、この場合河川から越流するような津波は考慮できない。

河川地形を考慮する場合は、河川縦横断面図等を根拠にして堤外地の標高データに河床高を設定する場合が多く、河川を遡上する津波を考慮できる。

2. 河川条件設定の考え方

津波計算にあたっては河川の地形条件(河川形状・河床高)を計算メッシュと標高データで表現するとともに、河川堤防の天端高等の構造物条件を設定しておく。

なお、河川内は浅い水深が続いて波状段波を形成することがあるが、このような現象は

浅水理論では表現できない。

河川区間の取り扱いの概念について図 7 に示す。河川区間の標高・水深データには河床高（黒線）を設定し、左右岸に堤防がある場合は構造物としてその位置と天端高の情報（赤一点鎖線）を線境界として設定している。また、河川内の水位は便宜上海域と同一（H.W.L、朔望平均満潮位）として扱っている。

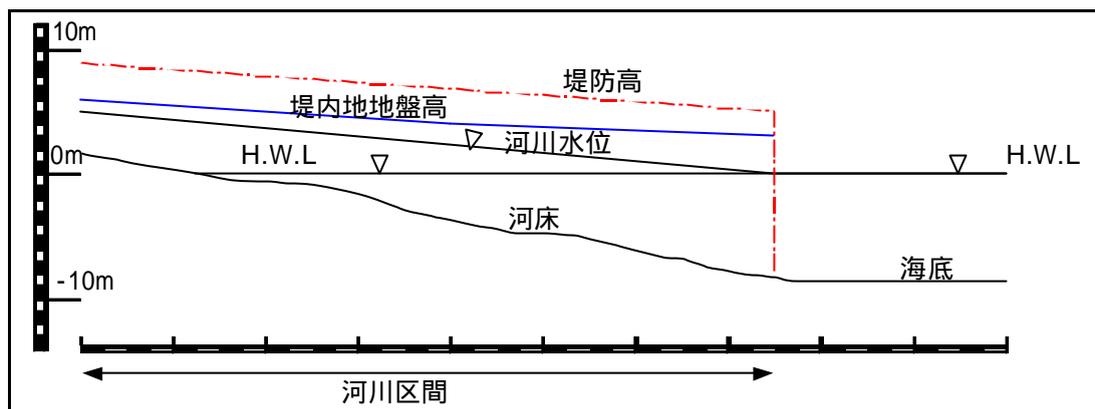


図 7 河川縦断面の模式図

ケーススタディの結果（静岡県清水地区）

- ・ 清水港には河口幅 90m 弱の巴川が流入している。巴川の下流域は低平地が広がっているため、河川を遡上した津波による浸水発生の可能性がある。
- ・ 本調査では 12.5m メッシュを採用しているので、河口部では 7 メッシュ幅の水域として取り扱っている。また、河床高は河川管理者（静岡県静岡土木事務所）から提供された縦横断図をもとに設定し、このような地形条件を与えて計算上は河川の遡上を表現している。
- ・ なお、地形図やこれを基にして作成された数値地図では河川や湖沼の水深は表現されていない。このため、遡上域にある河川や湖沼については水深データを別途作成する必要がある。

2.6 潮位

(事務局案)

津波浸水予測を実施する際には、潮位条件としてH.W.L(朔望平均満潮位)を設定する。

他のマニュアル類での取り扱い

<地域防災計画における津波対策強化の手引き 平成9年3月>

記載なし

<津波災害予測マニュアル(地域防災計画における津波対策強化の手引き別冊) 平成9年3月>

浸水予測計算に使用する海上保安庁発行の海底地形図に示されている水深は、基本水準面(干潮時の水面)を基準とした値であり、実際的水深はこれにその時の潮位(同一基準面上の値)を加えた値となる。(中略)実際の防災対策としては満潮時に津波が来襲した場合を想定することが望ましい。満潮時に津波が来襲した場合の水位は、海底地形図の水深をそのまま用いて算出された水位に、満潮時の潮位を加えた値として近似的に求めることができる。(P.63)

<津波対策推進マニュアル検討報告書 平成14年3月>

記載なし

<解説>

1. 想定浸水シミュレーションの結果に与える影響について

津波は通常、潮位が高いほど陸上遡上しやすく浸水被害も増大する。

2. 潮位条件設定の考え方

津波浸水予測を実施する際には、浸水被害の危険側を想定し、潮位条件としてH.W.L(朔望平均満潮位)を基準とする。ただし、再現性の確認を目的とした津波数値計算の実施にあたって、発生当時の信頼できる潮位データがある場合はこれを採用する。

ケーススタディの結果(静岡県清水地区)

- ・ 想定東海地震、1498年明応東海地震ともに計算の潮位は清水港のH.W.L(朔望平均満潮位)を採用した。清水港ではL.W.L(朔望平均干潮位)がCDL+0.04m、H.W.L(朔望平均満潮

位)がCDL+1.64mであって、その差が1.6mである。この差を考慮すると、津波発生のタイミングによっては浸水深にも1.6m程度の差が生じる可能性がある。

- ・ 津波がどの潮位で発生するかは予測できないことから、危険側の状況を想定して、H.W.L(朔望平均満潮位)の潮位を設定することが妥当である。

2.7 構造物条件

(事務局案)

津波浸水予測を実施する際には、津波の伝播過程にあつて地盤より高い構造物（防波堤、防潮堤、胸壁、道路の盛土等）を取り扱う。

水門・陸閘等の防護施設については、基本的に津波到達時間が短いために閉鎖が困難であったり、地震動による変形等により十分に閉鎖できないことが想定されるため、開放状態として取り扱う。ただし、耐震性を有し自動化された施設や常時閉鎖の施設及び耐震性を有し津波到達時間より早く閉鎖できると考えられる施設については閉鎖状態として取り扱う。

他のマニュアル類での取り扱い

<地域防災計画における津波対策強化の手引き 平成9年3月>

各海岸ごとに想定しうる最大規模の津波高と、各海岸に整備されている海岸保全施設の現況天端高を比較、検討することにより、その地点における越流可能性を評価する。(P.244) 水門等が閉鎖できない場合、それほど規模が大きくない津波によっても氾濫水による浸水が堤内地で発生する。したがって、各水門ごとに想定津波の来襲時に流入可能流量を評価することが重要である。(P.244)

<津波災害予測マニュアル(地域防災計画における津波対策強化の手引き別冊) 平成9年3月>

記載なし

<津波対策推進マニュアル検討報告書 平成14年3月>

次項(P.24)のとおり

<解説>

1. 想定浸水シミュレーションの結果に与える影響について

津波の伝播過程にあつて地盤より高い構造物（例えば防波堤、防潮堤、胸壁、道路の盛土等）は津波の遡上を阻止する効果が期待できる。ただし、水門や陸閘等の操作を必要とする構造物は、津波来襲までの余裕時間が短いものと考えられるため、閉鎖することができず、この部分から浸水被害が拡大する可能性を有している。

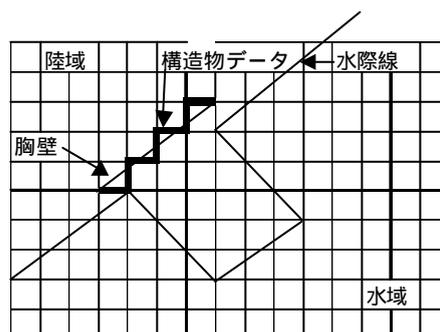
2. 構造物条件設定の考え方

構造物を計算条件として適切に取り扱うことでシミュレーションの精度を向上させる。また、水門・陸閘等の防護施設の機能状況（閉鎖・開放）を考慮する。

水門・陸閘等の防護施設については、津波到達時間が短いために閉鎖が困難であったり、地震動による変形等により十分に閉鎖できないことが想定されるため、開放状態として取り扱う。ただし、耐震性を有し自動化された施設や 常時閉鎖の施設及び 耐震性を有し津波到達時間より早く閉鎖できると考えられる施設については閉鎖状態として取り扱う。

ケーススタディの結果 (静岡県清水地区)

- ここで取り扱った施設とは津波の伝播過程にあつて地盤より高い構造物（例えば防波堤、胸壁、道路の盛土）であつて、護岸や岸壁等地盤と同等の高さの施設は対象外としている。
- なお、以下の手順で施設の情報をデータ化した。
 - 現地踏査で当該施設の配置と状況（地盤からの高さ）を把握し平面図上に記録する。
 - 施設台帳により施設高・天端高（計画値または現況値）を設定する。
 - 道路の盛土等、施設台帳に記載されていない施設については地盤上の高さを設定する。
 - 上記の配置情報と施設高を下記のように計算格子毎の辺に割り当てる。



- 一般に、構造物の沖側で水位は高まり、陸側では低くなる。これは施設ありとなしの計算結果を比較することで類推できる。
- 例えば、想定東海地震を対象とした津波最大水位と浸水深の計算結果を図 8 に示す。図中左が構造物を考慮したもの、中央が構造物なしとしたもの、右が両者の差である。

これによると、構造物の有無による差は新興津地区周辺で有意な差が認められる。外港防波堤が存在することによって、締め切り効果により最大水位が1m～2m以上低下している。

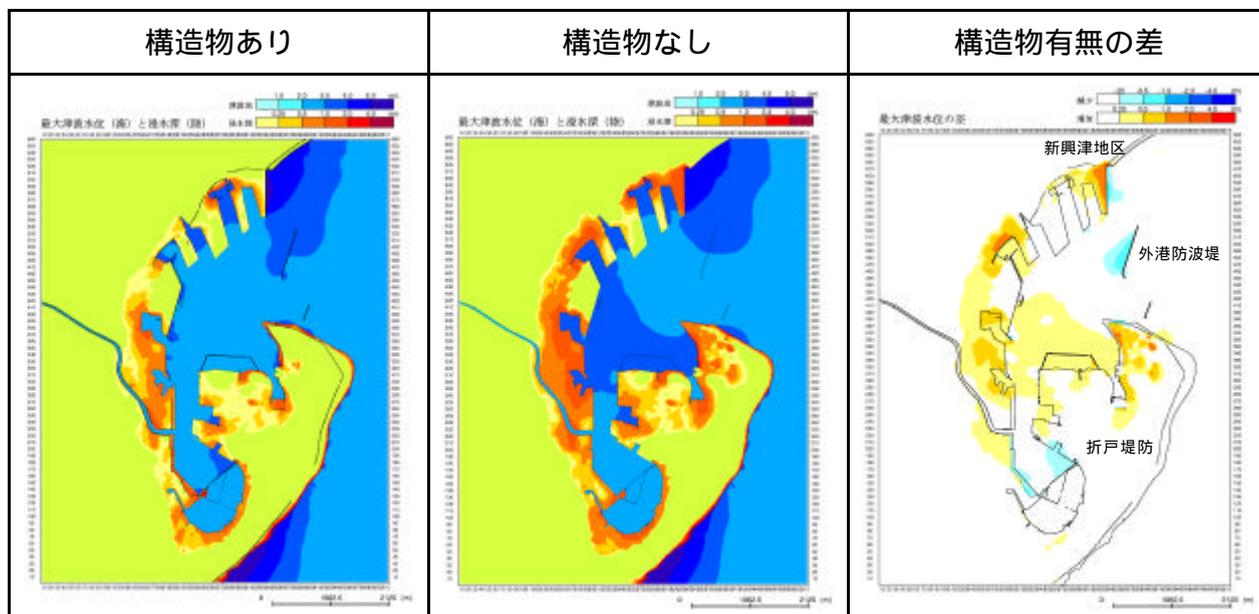


図 8 構造物の有無による最大津波水位への影響（想定東海地震）

* この計算結果は本調査における技術的検討のため、種々に条件を変えてシミュレーションを行った結果の一部であり、実際の地震対策に用いられる予測結果ではない。

- ・ 清水港では外港防波堤の延伸や新興津地区や折戸地区の埋立が計画されていることから、これらの計画が実施された場合には、現在の地形で想定した浸水状況とは異なる浸水になる可能性がある。

2.8 構造物の地震被害

(事務局案)

津波浸水予測を実施する際には、(2.1)において対象として選定された地震断層モデルによる地震動を与えることで、構造物被害を算定し、その被害状況を考慮した浸水予測を実施する。

他のマニュアル類での取り扱い

<地域防災計画における津波対策強化の手引き 平成9年3月>

記載なし

<津波災害予測マニュアル(地域防災計画における津波対策強化の手引き別冊) 平成9年3月>

記載なし

<津波対策推進マニュアル検討報告書 平成14年3月>

津波防災施設は、人的・物的被害の軽減に一定の効果はあるものの、十分に機能を発揮できない事態も想定されることから、人命の安全確保を最優先し、万が一の事態に備えて、津波防災施設の津波防止機能が十分に発揮できると考えられる場合を除き、津波浸水予想地域の設定にあたっては津波防災施設の効果を考慮しないものとする。(P.35)

<解説>

1. 想定浸水シミュレーションの結果に与える影響について

施設(例えば防波堤、防潮堤、胸壁等)は、その機能が保たれていれば背後地の浸水被害を軽減する効果があることがシミュレーション上で確認できる。万一、これらの施設が地震による被害で、その機能を発揮できない場合は浸水被害が拡大する。

2. 構造物の地震被害設定の考え方

地震動によって構造物被害が生じた場合には津波の遡上を阻止する効果が薄れる可能性がある。過去の港湾施設の地震被害事例によれば、津波の遡上阻止効果が大きく損なわれるような機能的破壊に至ったケースは多くはないが、安全側を考慮し、対象として選定された地震断層モデルにより地震動を与え構造物被害を算定しその被害状況を考慮した浸水予測を実施する。

ケーススタディの結果 (静岡県清水地区)

- ・ 構造物が機能した状態の予測を実施した。また、参考として、最悪のケースを想定して構造物がない条件での津波計算を実施した。

2.9 津波数値解析手法

(事務局案)

津波の数値計算は深い海域においては線形長波理論により、また陸上遡上を含めた浅い海域においては海底での摩擦及び移流を考慮した非線形長波の理論式(浅水理論式)によるものを基本とする。

他のマニュアル類での取り扱い

<地域防災計画における津波対策強化の手引き 平成9年3月>

津波を再現する理論としては、50m以上の深海では線形長波理論、それ以下の浅海では非線形長波理論がだいたいの目安として用いられ、打上げ高の再現などが行われている。津波の河川遡上や河川内の津波先端に生ずる波状段波の再現には、波数分散性を考える必要がある。(P.240)

<津波災害予測マニュアル(地域防災計画における津波対策強化の手引き別冊) 平成9年3月>

浅くなると、津波先端の波形が峻しく切り立ち、その前後で平均水位が階段状に大きく変化する形状になることがある。これを段波と呼ぶ。後方の水が追いついて段から先方へ水が砕け落ちるものを砕波段波という。これは浅水理論で何とか計算できる。一方、後ろからの水の追いつき方が遅いと、津波先端に周期10秒(波長は数10mから100m強)ほどの短い波が発生し、後方へ分散して、その数を増やしていく波状段波になる。この波を計算するには、ブーシネスク理論、あるいは非線形性の強い後藤理論のような分散波理論を使用しなくてはならない。計算が一段と面倒になる。(P.78)

<津波対策推進マニュアル検討報告書 平成14年3月>

(津波シミュレーションの限界として)津波の波が進むに従って波の数が増えるとともに、より高くなる津波(日本海中部地震で見られた)を再現することは困難である。(P.35)

<解説>

1. 想定浸水シミュレーションの結果に与える影響について

津波のような波長の長い波の運動は、非線形長波の理論式(浅水理論式)によって表され、津波波源から陸上遡上に至る津波伝搬の基本的な様子を再現できるものである。

ただし、遠浅海岸に到達した津波は分散効果によってソリトン分裂(ある波長の波がよ

り短い波長をもついくつかの波に分裂する)する場合があって、この場合には分裂する前の津波頂部の高さに比べ分裂後の波の頂部の方が高くなる。

2. ソリトン分裂の考え方

日本海中部地震で観測されたソリトン分裂や波状段波は波数分散効果を考慮したブーシネスク式でないと再現することが困難である。ソリトン分裂を起こした津波は、波形曲率効果により波高が増幅し、増幅した波高はいつかは砕波するので、砕波モデルを考慮する必要がある。この砕波モデルが新たな不確実性要素となりうる。

現在、ブーシネスク式は開発途中であり、実用化までには達していない。

課題点は安定した計算方法、砕波モデルおよび遡上計算の取り扱いである。

この現象による波高増大が広域で発生することが明らかな場合は、波高増大に見合うように、断層諸元のすべり量を適宜補正するなどにより対応する。

ケーススタディの結果 (静岡県清水地区)

- ・ 再現性が高く、適用実績が多い非線形長波の理論式 (浅水理論式) を適用している。
- ・ ソリトン分裂については考慮していない。