

平成9年7月25日
津波対応WG

「太平洋沿岸部地震津波防災計画手法調査」への対応について

1. 四省庁津波調査資料に基づく原子力地点の津波高さについて

5/26に実施された太平洋沿岸部地震津波防災計画手法調査委員会（以下、四省庁委員会）の検討資料に基づき、太平洋側の原子力地点での津波高さの検討を行った（資料-1参照）。

その結果、四省庁資料から読み取った津波高さは、福島第一、福島第二及び東海第二のそれぞれの発電所において、冷却水取水ポンプモーターのレベルを超える数値となっている。また、四省庁委員会が設定した想定地震の断層パラメータ（相似則による平均値）を用い、電力独自に数値解析した結果、福島第一、福島第二、東海第二、浜岡ともに、余裕のない状況となっている。

以上のような状況下において、四省庁委員会が設定した想定地震の断層パラメータのバラツキ及び計算誤差を考慮して、仮に上記値の2倍の津波高さの変動があるものとする、太平洋側のほとんどの原子力地点においては、低下水位は冷却水取水ポンプ吸込口レベル以下となるとともに、水位上昇によって冷却水取水ポンプモータが浸水することとなる。

※ 資料-1「津波高さの検討結果」を参照。

2. 原子力における懸案事項

四省庁委員会の津波検討に関する問題点は資料－1に示すとおりであり、特に、想定しうる最大規模の地震による津波の取扱い並びにバラツキの評価が懸案となる。

(1) 想定しうる最大規模の津波の取扱い

安全設計審査指針では、地震以外の自然現象として津波を扱っており、同指針では「過去の記録の信頼性を考慮の上、少なくともこれを下回らない苛酷なものであって、かつ、統計的に妥当とみなされるもの」を選定して設計上考慮する旨が示されている。これをもとに原子力においては、津波に対する安全性評価として、①〔歴史津波の最大〕を考慮し、さらに、②〔海域活断層による津波〕を検討対象としている。しかし、四省庁津波で考慮している③〔想定しうる最大規模の地震による津波〕については、①、②の津波を考慮することによって評価できているとの判断により、直接取り扱っていないのが現状である。

なお、従来から地震動の評価では、過去の地震及び活断層による地震に加えて地震地体構造上最大規模の地震動を考慮していることから、必ずしも津波評価との整合がとれていない。

(2) 津波評価に際してのバラツキの取扱い

四省庁委員会の津波評価法に関わる検討においては、現状の津波予測手法には限界があり、予測結果には誤差があることが示されている。

また、想定しうる最大規模の地震による津波の検討に際しては、地震規模の設定にもバラツキを考慮するとともに、断層のすべり量の設定にもバラツキを考慮する手法が示されている。しかし、地体構造区分毎に想定しうる最大規模の地震による津波に、さらにバラツキ 2σ を加えた津波は、現実には起こるとは考えられないほど発生の可能性は小さいと判断される。

3. 原子力としての対応の方向性（案）

(1) 想定しうる最大規模の津波の取扱い

地震動評価に際しては、地震地体構造上最大規模の地震を考慮しており、津波評価に際しても、想定することが妥当であると考えられる場合には、同地震による津波を検討する必要があるものと考えられる。従って、今後整備される津波評価指針には、必要に応じて、地体構造上最大規模の地震津波も検討条件として取り入れる方向で検討・調整を行っていく。指針が制定されるまでの過渡期においては、電力の自主保全の観点から、想定しうる最大規模の津波に対して、既設のプラントについてはバックチェックを行って設備の機能が確保されることを確認するとともに、新設プラントについては、必要に応じて設備の検討条件として取り入れることとする。

なお、新設プラントの検討にあたっては、水位が敷地レベル～冷却水取水ポンプ吸込口レベルの範囲を外れても、必要な機能が確保できる場合にはこれを許容するものとする。

(2) 津波評価に際してのバラツキの取扱い

資料－２に示すとおり、原子力における津波評価においては計算誤差が少ないと考えられることから、原子炉冷却系の機能検討に用いる津波水位については、十分な精度で予測することが可能と考えられる。また、資料－３に示すとおり、想定しうる最大規模の津波を考慮した上で、更にバラツキを考慮することは、工学的には現実的でないと考えられることから、設備の検討条件としては考慮しないこととする。

(3) 安全審査中及び近々申請予定の発電所における取扱い

現在、原子力の津波評価指針が制定されていないことから、申請書上はこれまでと同様に、①歴史津波、②海域活断層による津波を検討対象とすることとする。

一方、施設の検討にあたっては、将来の津波の指針化を想定して、①、②の津波に加えて、③想定しうる最大規模の地震による津波に対しても安全機能が維持されることを検討することとする。

4. 検討結果の公表に当たっての四省庁に対する要望事項

- ① 地域津波防災に資するためには、先ず第一に、防災上考慮すべき評価期間を十分議論し定めた上で、同評価期間に起きることが妥当と判断される津波規模を検討し公表すべきと考えられる。必ずしも十分な精度とは言えない検討結果を基に想定しうる最大規模の津波の数値を公表した場合、社会的に大きな混乱が生ずると考えられることから、具体的な数値の公表は避けていただきたい。また、バラツキを考慮して津波高さを $H_m \pm V_m$ といった幅を持たせた数値の表示も、仮に公表する場合には数値の位置付けを受け手側に責任を負わせることになりかねないことから避けていただきたい。
- ② 断層モデルの設定方法には、四省庁委員会で検討している手法以外にもいくつかの方法があることから、検討の一例として位置付けていただきたい。また、四省庁委員会の津波予測はあくまでも概略検討であることから、別途詳細検討を実施する場合にはそちらが優先する旨示していただきたい。
- ③ 対象津波として、想定しうる最大規模の津波を取り入れているが、全ての海岸構造物の検討に際して一律に適用されかねない。今後、対象津波の発生確率、施設の重要度に応じて対象津波を設定していくよう検討いただきたい。
- ④ 四省庁委員会の検討では、現状の津波予測手法には限界があり、予測結果には誤差がある旨強調されているが、仮にそうなら、実構造物の設計にあたっては、具体的にどの程度のバラツキを想定すべきなのか明確にすべきである。しかし、実際には、特別な場合を除き津波予測手法は十分な精度が得られてきていることから、精度に限界があることを必要以上に強調しないでいただきたい。
- ⑤ 5/26の四省庁委員会の資料である津波防災計画対策指針案において、表現を適正化するために資料-4に示す事項を参考としていただきたい。
- ⑥ 10月に予定している検討結果の公表に際しては、事前に公表内容の調整をさせていただきたい。

以上

「太平洋沿岸部地震津波防災計画手法調査 (太平洋津波調査)」に係る津波高の検討について

運輸省、建設省、水産庁、農林水産省、気象庁、消防庁、国土庁による太平洋沿岸部地震津波防災計画手法調査 (以下「太平洋津波調査」という。) に基づく、各原子力地点での津波高について検討を行った。

(1) 断層モデル

図-1に太平洋津波調査の想定地震断層モデルと各原子力地点の位置を、また、表-1にこれら原子力地点に関連する太平洋津波調査における想定地震の断層パラメータを示す。

図-1 想定地震断層モデルと各原子力地点の位置

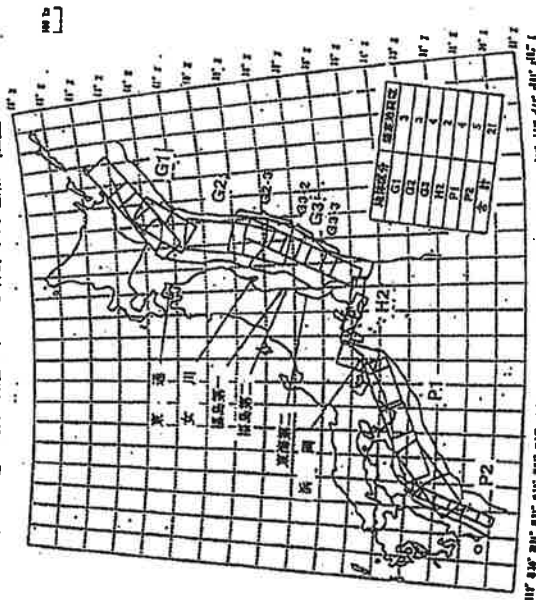


表-1 想定地震の断層パラメータ

想定地震名	断層区分	M _{max}	d (km)	δ (°)	λ (°)	L (km)	W (km)	U (cm)	M ₀ (dyne cm)
G2-1,2,3	G2	8.5	1	20	85	220	120	720	9.50E+28
G3-1,2,3,4	G3	8.0	1	20	85	150	80	490	2.94E+28
P1-1,2,3,4	P1	8.4	2	20	105	300	100	670	1.01E+29

表-2 太平洋津波調査における各原子力地点の津波高

地点名	東通	女川	福島第一	福島第二	東海第二	浜岡
主要施設の敷地高	T.P.+13.0m	O.P.+14.8m	O.P.+10.0m以上	O.P.+12.0m以上	H.P.+8.89m	T.P.+6.0m
モナ高			O.P.+5.80m ^{※2}	O.P.	H.P.+3.09	T.P.+6.5m
ポン	(取水口敷高) T.P.+5.5m	(取水口敷高) 1号O.P.+4.0m 2号O.P.+5.3m 3号O.P.+4.7m	(ポンプ吸込み口レベル) 1.2号: O.P.+2.950m以下 3.6号: O.P.+3.660m以下 4号: O.P.+3.470m以下	(ポンプ吸込み口レベル) O.P. -3.165m ^{※2}	(ポンプ吸込み口レベル) H.P.-1.41m 以下	(取水塔呑み口下端) T.P.-6.0m
評価値	(平均) 4.1m (最大) 6.5m	(平均) 8.7m (最大) 14.8m	(平均) 6.4~6.8m (最大) 7.0~7.2m	(平均) 5.4~6.0m (最大) 6.5~6.8m	(平均) 5.3m (最大) 6.8m	(平均) 6.1m (最大) 7.4m
断層平均	T.P.+0.61m	O.P. +1.43m	O.P. +1.359m	O.P. +1.505m	H.P. +1.38m	T.P. +0.744m
太平洋津波調査による	(平均) T.P.+4.7m (最大) T.P.+7.1m	(平均) O.P.+10.1m (最大) O.P.+16.2m	(平均) +7.8~+8.2m (最大) +8.4~+8.6m	(平均) +6.9~+7.5m (最大) +8.0~+8.3m	(平均) H.P.+6.7m (最大) H.P.+7.2m	(平均) TP.+5.8m (最大) TP.+8.1m
津波高 ^{※1}	(最高) T.P. +4.1~+3.9m (最低) T.P. -3.7~4.4m	(最高) T.P. +6.0m (最低) T.P. -5.3m	(最高) O.P. +4.8m ^{※2} (最低) O.P. -2.8m 2.3.5号O.P.+2.0m 4.6号: O.P.+3.0m	(最高) O.P.+6.3m ^{※2} (最低) O.P.-2.6m ^{※2}	(最高) H.P.+5.4m (最低) H.P.-1.7m	(最高) T.P.+8.1m (最低) 取水塔設置位置の海底が露出する。
評価	上昇側、下降側とも評価値を超えない。 下降側は取水路の貯留水量で対処。	上昇側は評価値を超えない。 下降側は取水路の貯留水量で対処。	上昇側、下降側とも評価値を超えない。	上昇側、下降側とも評価値を超えない。	上昇側は、RCS(2系系統)のうち各々1系はポンプモーターが動作する。 ^{※3} 下降側は、RCS(2系系統)が動作する。	上昇側は敷地面面砂丘(T.P.+10~15m)で対処。 下降側は取水槽の貯留水量で対処。

※1: 断層平均断層位置及び断層平均干潮位を考慮。 ※2: 各号機の値のうち評価上最も厳しいものを記載。

※3: 津波高さはポンプモーター高さを越えるが、2系統のうち1系統はポンプ周囲に鉄筋コンクリートの壁 (天端高さ H.P.+5.89m) があることから、ポンプモーターが冠水することはない。

2. 四省庁津波調査に係る問題点等

(1) 津波の数値解析

a. 地体構造区分

- ・四省庁津波調査では秋原マップ(1991)を採用しているが、原子力では表マップを使用しており、整合性に問題がある。
- ・他に表マップ、垣見マップ等があり、秋原マップが最適かどうか。

b. 断層モデルの設定

- ・統計処理を行うモデルの選定にあたり、以下の問題点がある。
 - － 地震から求めたモデルと津波から求めたモデルが混在している。
 - － モデル自体の信頼性が高いものも低いものも同一レベルで扱っている。
- ・断層長し、断層幅W、すべり量Uの関係式の係数が算術平均により決定されている。
- ・各地体構造区分ごとにその領域を網羅するよう断層モデルが機能的に設定されており、境界部では2つの地体構造区分にまたがって断層モデルが設定されている。

c. 計算精度

- ・四省庁津波調査で実施している数値解析は、線形解析、最小格子間隔600mであり、計算精度は良いとはいえず、別途詳細検討が必要である。
- ・生の計算値を、歴史津波の解析結果と震源高から求めた平均倍率で一律1.24倍し、この値を計算結果としているが、以下の問題点がある。
 - － 地体構造区分が異なるG領域、H領域、P領域では、それぞれ平均倍率が異なっており、これを太平洋沿岸一律の値として評価することは不適切。
 - － 線形解析、格子間隔の設定等による計算精度の問題を平均倍率で処理しており、あいまいさがある。

d. ばらつきを考慮した検討

- ・断層長し、断層幅W、すべり量Uを $\pm 2\sigma$ (95%信頼限界)の範囲で設定する際、津波高の増加に最も影響するよう、Uを $U+2\sigma$ とすることが提案されている。この場合、各地点とも、すべり量は元の断層モデルの1.6～2.2倍程度となり、ばらつきを考慮した検討を行えば、津波高は相当大きなものとなる可能性がある。

地点名	地体構造区分	U	$U+2\sigma$
東通、女川	G 2 領域	720cm	1148cm
福島第一、福島第二、東海	G 3 領域	490cm	918cm
浜岡	P 1 領域	670cm	1014cm

- ・原子力では、基準地震動の策定に断層モデルを設定する場合、一般に断層パラメータのばらつきの評価までは検討しない。

(2) 日本海東縁部の津波検討結果(四省庁)との関係

- ・日本海東縁部の検討では、既往地震の断層長から200年確率の波高を設定しており、太平洋沿岸部の検討との整合性がとれていない。
- ・太平洋沿岸部の検討内容を日本海東縁部に採用した場合、 M_{max} が7.7から7.8となり、断層モデルの規模が大きくなる。
- ・日本海東縁部については、プレート境界の位置、存在そのものに議論がある。

7 省庁津波評価に係わる検討結果（数値解析結果等の2倍値）について

数値・物理的評価
 検討結果等

プラント名	解析結果等の 2倍値(上げ)(注)	敷地高さ等	検討結果	解析結果等の 2倍値(下げ)(注)	取水口敷高又は ポンプ吸込口標高	検討結果
泊1,2	TP+8.2m	主要建造物設置高さ >EL+1.0m 補機冷却海水ポンプ <EL+1.0m	敷地内への浸水はない。 海水ポンプへの海水進入経路の主要部分に進入防止対策を施しているため、問題なし。 敷地高さよりも低いため問題なし。	TP+6.2m	EL+7.00m	SWPの取水が不可能になる。(引き対応案-1)
女川1,2,3	O.P.+10.6m	O.P.+14.8m		O.P.-10.4m	O.P.-4.0m ~ -5.3m	取水路、海水ポンプ室等に海水が貯留される構造となっており、問題なし。
東通1	TP+7.6m	TP+13.0m	敷地高さよりも低いため問題なし。	TP+7.9m	TP+6.5m	取水路、海水ポンプ室等に海水が貯留される構造となっており、問題なし。
1F	O.P.+9.5m	非常用海水ポンプ: O.P.+4m	非常用海水ポンプのモーターが水没する。(上げ対応案-1)	O.P.-5.9m	約 O.P.-2m	非常用海水ポンプの取水が不可能になる。(引き対応案-2)
2F	O.P.+9.7m	熱交換器: O.P.+4m R/B, T/B: O.P.+12m	熱交換器が水没するが、海水の漏洩による機器への影響は少ないため、問題なし。	O.P.-5.2m	約 O.P.-3m	非常用海水ポンプの取水が不可能になる。(引き対応案-2)
K1~4号	O.P.+7.7m	R/B, T/B, Hx/B: O.P.+5m	R/B, T/B についてはハッチ部からの海水漏洩が考えられるが、配管上ハッチからの漏洩が評価対象機器に与える影響はない。 熱交換器が水没するため、建屋内への海水漏洩により非常用機器が水没する可能性がある。(上げ対応案-2)	O.P.-6.5m	約 O.P.-4m	非常用海水ポンプの取水が不可能になる。(引き対応案-2)
K5~7号	O.P.+7.7m	R/B, T/B, Hx/B: O.P.+12m	敷地高さよりも低いため問題なし。	O.P.-6.5m	約 O.P.-5m	非常用海水ポンプの取水が不可能になる。(引き対応案-2)
浜岡1~4号	TP+15.5m	建屋設置面: TP+6m 敷地前面砂丘: TP+10 ~ 15m	RCWS, HPCWS ポンプモーターが水没する。R/B, Hx/B に海水漏洩が考えられ、電線盤等の機能喪失が考えられる。(上げ対応案-1, 2)	取水塔設置位置 で海底面が露出する。	TP+6m	取水槽に原子炉機器冷却系に必要な海水が確保されており、問題なし。
志賀1,2号	TP+4.3m	TP+11m	敷地高さよりも低いため問題なし。	TP+3.5m	TP+6.5m	海水ポンプ吸込口標高よりも高いため、問題なし。
美浜1,2,3号	TP+3.1m	敷地高さ: TP+3.50m SWP モーター下端: TP+4.01m	敷地高さよりも低いため問題なし。	TP+3.55m 以上	TP+4.1m 以下	海水ポンプ吸込口標高よりも高いため、問題なし。
高浜1~4号	TP+3.97m	敷地高さ: TP+3.50m SWP モーター下端: TP+3.85m	SWP モーター下端レベルより12cm 高い水位となるが、実力的に海水ポンプに悪影響を与えないため、問題なし。	TP+2.42m 以上	TP+3.5m 以下	海水ポンプ吸込口標高よりも高いため、問題なし。
大飯1~4号	TP+3.3m	敷地高さ: TP+9.30m SWP モーター下端: TP+4.65m	SWP モーター下端レベルも低い問題なし。	TP+2.92m	TP+4.3m 以下	海水ポンプ吸込口標高よりも高いため、問題なし。
島根1,2号	TP+0.96m	主要施設敷地高さ: TP+8.5m 非常用取水ポンプ(1号): TP+1.5m 非常用取水ポンプ(2号): TP+1.1m	非常用取水ポンプ高さよりも低いため問題なし。	TP+0.78m	TP+3.1m 以下	海水ポンプ吸込口標高よりも高いため、問題なし。
伊方1,2号	EL+6.32m	敷地高さ: EL+10.0m	補機冷却海水ポンプのモーターが水没する。(上げ対応案-1)	EL+6.50m	EL+6.10m	補機冷却海水ポンプの取水が、数分の間不可能になる。(引き対応案-1, 2)
伊方3号	EL+6.70m	敷地高さ: EL+10.0m	補機冷却海水ポンプのモーターが水没する。(上げ対応案-1)	EL+6.30m	EL+5.0m	補機冷却海水ポンプの取水が、数分の間不可能になる。(引き対応案-1, 2)
玄海1~4号	TP+2.77m 以下	補機冷却海水ポンプ: EL+4.52m 海水ポンプモーター高: +6.65m 以上	海水ポンプモーター高さよりも低いため問題なし。	TP+1.88m 以上	TP+4.97m 以下	海水ポンプ吸込口標高よりも高いため、問題なし。
川内1,2号	TP+5.48m	主要建屋敷地高さ: TP+13.0m 海水ポンプモーター高: +6.13m	海水ポンプモーター高さよりも低いため問題なし。	TP+4.59m	TP+5.47m	海水ポンプ吸込口標高よりも高いため、問題なし。
東海第二	H.P.+9.6m	敷地敷地高さ: H.P.+8.99m	RHRS ポンプ、DCSW ポンプが水没する。(上げ対応案-1)	H.P.-3.8m	H.P.-1.41m	DCSW ポンプの取水が不可能になる。(引き対応案-3)
敦賀1号	TP+3.8m	敷地高さ: TP+3.0m CCS ポンプ: TP+4.676m	敷地が80cm 冠水するが、建屋への漏洩はないと考えられ、CCS ポンプ高さよりも低いため、問題なし。	TP+5.1m	TP+4.4m 以上	SWP, CCS ポンプの取水が不可能になる。(引き対応案-4)
敦賀2号	TP+5.6m	敷地高さ: TP+7.0m SWP モーター: TP+5.6m	モーター高さよりも低いため問題なし。	TP+6.1m	TP+4.9m	SWP ポンプの取水が不可能になる。(引き対応案-1)

(注)：期望平均満潮位、期望平均干潮位を考慮。

平成9年7月25日

対応策等の考え方

上げ対応案－1：水密モータの採用。

水密モータとはケーシング、軸封部、端子部をシール材でシールしたものである。ただし、海水系のポンプに適用できる大型の水密ポンプは現状製作されておらず、原子力で採用するためには、今後開発および耐震性等の確証試験を行う等の問題がある。

上げ対応案－2：建屋駆体の変更。

ただし、現状建屋の駆体変更は難しい。

引き対応案－1：タービン動補助給水ポンプでSGに給水することにより約4～5時間程度の除熱が可能であり、この間に津波は海水ポンプが継続運転できる程度に減衰していると考えられるため、対応可能である。

引き対応案－2：津波が減衰するまでS/P保有水で残留熱を除去する。

津波時の水位にあわせて海水ポンプを間欠運転する。

また、海水ポンプの間欠運転ができないとしても数時間はD/W及びS/P温度が設計温度を超えるまでの時間ができ、この間に津波は海水ポンプが継続運転できる程度の減衰していると考えられるため、対応可能である。

引き対応案－3：RCICにより約8時間程度の冷却が可能であり、この間に津波は海水ポンプが継続運転できる程度に減衰していると考えられるため、対応可能である。

引き対応案－4：ICにより約8時間程度の冷却が可能であり、この間に津波は海水ポンプが継続運転できる程度に減衰していると考えられるため、対応可能である。

以上

4省庁が示す計算上の誤差要因と電力の考え方について

	4 省庁「津波防災計画策定指針（案）」		電力による誤差の考え方	備考
	誤差の要因	内 容		
i) 数値計算上対処可能な項目	(ア) 計算格子の大きさによる誤差	1波長の間にできるだけ多くの格子を設定することが必要である。 一般的には、1波長の間に少なくとも20点、できれば30点の計算格子が存在する必要がある。	想定される津波の波長に対して適切な計算格子間隔を設定しており、誤差は少ないと考えられる。	現在でも十分な精度を有していると考えられているが、4省庁の考え方に沿った格子間隔を設定することは可能である。
	(イ) 線形性と非線形性の誤差	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で用いられる。	原則として計算条件に適合するよう線形計算、非線形計算を実施しており、誤差は少ないと考えられる。	
	(オ) 津波の共振現象による誤差	湾内に侵入した津波は、湾地形や湾、港が持つ共振特性により津波高が増大する可能性があり、シミュレーションに際して漁港程度の小地形が考慮されていないと誤差の原因となる。	評価対象地点周辺の海岸地形や港湾等を詳細にモデル化しているため、誤差は少ないと考えられる。	
	(カ) 数値的誤差	使用する微分方程式の種類、差分の形式、対象津波の波長と計算格子の大きさに起因して数値誤差が発生する。	シミュレーションの実施にあたっては、計算誤差が小さくなるよう配慮している。	
ii) モデルの高度化により低減可能な項目	(ク) 初期条件による誤差	震源断層モデルによる海底地盤の鉛直変位量、津波の初期水位として設定しているため、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。	歴史津波は実測値との検証を行っており、誤差は少ないと考えられる。 想定しうる最大規模の地震津波については、資料-3参照。	
iii) データの精度により限界がある項目	(エ) 海底地形による誤差	計算に用いられる海底地形データは、浅い場所では比較的精度は良いが、深い場所では信頼性が低いため、計算結果に誤差が発生しやすい。	海上保安庁水階部等の信頼性のある海底地形図を使用していることから、誤差は少ないと考えられる。	
	(キ) 結果の判定による誤差	計算された津波高の妥当性については、実測値との比較により判定されるが、実測値自体に信頼性の低いものが含まれていることもあるため、計算値の検証にも困難が伴う場合がある。 局所的な数値の差にあまりこだわらず、大局的な判断を行うことが望ましい。	特に敷地周辺での再現性を向上させるように配慮した上で、検証にあたってはKは1となるように波源モデル等を設定し、 κ は1.4程度を目安としている。	ただし、全体の κ が1.4程度であっても、敷地及びその近傍におけるバランスキによる誤差を低減させるとの観点から、特に敷地近傍の痕跡高に注目して検討すれば、敷地近傍の κ は1に近づけることは可能と考えられる。

想定しうる最大規模の津波におけるパラツキの位置づけについて

項目	活断層上に地体構造上想定される最大規模の地震を想定	地体構造上想定される最大規模の地震津波
領域	・ 敷地に影響を及ぼす領域	・ 敷地に影響を及ぼす領域
地震規模	● 地体構造上想定される最大規模*	● 地体構造上想定される最大規模*
領域内での位置	・ 上記規模に見合う長さの活断層の位置	● 上記規模の地震が否定できない場所のうち、敷地に最も影響を与える位置及び深さ
断層パラメータ	・ 過去の地震の断層モデルをもとに作られた相似則に基づく ・ 松田式等から得られる値	・ 過去の地震の断層モデルをもとに作られた相似則に基づく (プレート境界型の地震津波が繰り返し発生している地域で作られたモデルの信頼性は高いと考えられる ^{参考資料参照})
断層パラメータのパラツキ	● M0に2 σ 考慮 ● Uに2 σ 考慮	● M0に2 σ 考慮 ● Uに2 σ 考慮
計算	・ 非線形長波方程式を採用し、メッシュは細かい	・ 非線形長波方程式を採用し、メッシュは細かい

● : 発生確率が低いまたはかなり安全側の設定と考えられる項目

※ : 発生確率は、 $5 \times 10^{-4} \sim 10^{-3}$ /サイト・年 と推定される (JEAG4601・補-1984)

太枠 : 工学的に見れば設計に考慮する必要はないと考えられる項目

想定しうる最大規模の地震津波に関する 断層パラメータの推定誤差について

1. 地震津波の選定

原子力施設では、想定しうる最大規模の地震津波について、

- (1) 過去に発生した地震津波
- (2) 活断層の活動による地震津波
- (3) 地震地体構造上プレート境界などに想定される地震津波

を考慮し、各地震津波に関する詳細な調査・検討を行い、敷地に最も影響の大きいものを設定することとしている。

2. 過去に発生した地震津波

過去に発生した地震津波については、痕跡高や被災状況などに関する資料があり、調査・研究により波源域が特定されていたり、断層モデルが提案されている場合がある。

この内、プレート境界型の地震津波が繰り返し発生している地域では、資料が十分に蓄積されており、特に、近年発生した地震津波については、詳細な痕跡高や観測記録などのデータが豊富で、これらのデータに基づいた精度の高い断層モデルが提案されている。こうした地域では、過去に限界規模の地震津波がおきていると考えることもできるため、過去に発生した地震津波として、想定しうる最大規模の地震津波を考慮している。

原子力施設の津波シミュレーションでは、これらの断層モデルに対して痕跡高などとの整合性に関する検証計算を行い、場合によっては断層のパラメータ等を修正して予測計算を行うなど詳細な津波高さの評価を行っている。

3. 活断層・地震地体構造などから想定する地震津波

また、活断層の活動による地震津波、地震地体構造上プレート境界などに想定される地震津波については、過去に発生していない地震を想定することになる。

この場合、想定される最大の規模(M)を想定し、基本となる断層モデルを相似則などで拡大することが一般的であると考えられる。

基本となる断層モデルとしては、

- (1) 当該地域における過去の地震津波の断層モデル
 - (2) 何らかの根拠に基づいて新規に設定された断層モデル
- 等が考えられる。

この内、過去の地震津波の断層モデルは、2.に示したように痕跡高との比較検討などによりその精度が検証されている。新規に設定された基本モデルについても発震機構

などの地域特性を考慮するとともに、断層パラメータが保守的に定められているなど十分に安全側の検討であると考えられる。

また、基本モデルを拡大する場合には、当該地域の地震津波に関する地域特性を十分考慮し、信頼性の高いデータに基づいた検討を行う必要がある。

4. 断層パラメータの推定誤差による影響

原子力施設では、想定しうる最大規模の地震津波に対して、以下のような詳細な評価を行っているため、断層パラメータの推定誤差による影響は小さいものと考えられる。

- (1) 想定しうる最大規模の地震津波に対して、断層パラメータの精度は十分確保されている。
- (2) 想定することが妥当な範囲の中で、敷地に対して最も影響の大きい位置に断層モデルが置かれるとともに、保守的な断層パラメータが定められている。
- (3) 詳細なメッシュにより精度のよい津波シミュレーション解析が実施されている。
- (4) 過去の地震津波の痕跡高についても十分考慮されている。
- (5) 津波高さの評価値として、敷地前面の局所的な最大値を採用し、満潮を考慮している。

特に、基本の断層モデルを拡大した断層パラメータにより当該地域の津波高さの評価を行う場合には、基本モデル自身の信頼性が高く、その基本モデルに対して想定する最大規模地震のモデルには十分に安全余裕が見込まれているため、断層パラメータの推定誤差による影響はこの安全余裕で考慮されていると考えられる。

以 上

「津波防災計画策定指針(案)」に関する問題点整理表

「津波防災計画策定指針(案)」	修正案	理由・説明
1. 3 津波防災計画の基本目標 津波防災計画では、海岸及び背後地の地形や海岸保全施設等の施設環境などの地域特性を踏まえて、対象とする津波に対して津波防衛効果及び被害軽減効果が最大限に発揮されるよう、防波堤、防潮堤、災害に強いまちづくり、防災体制の3分野の対策を有機的に組み合わせた総合的な津波防災対策を講じるものとする。 【解説】 津波防災計画において、海岸保全施設を含む防災施設の整備は、対象となる津波の陸域側への侵入を直接阻止する基本的な手段であるが、施設整備の完成後においては、以下に示すような危険性が想定されるため、沿岸地域の老朽建築物の改修、建て替えや重宝施設の常設移転などによる津波に強いまちづくりを推進するとともに、住民避難、津波予警報の伝達等の防災体制の強化を図ることにより、住民の安全を二重、三重に確保しておくことが重要となる。 【想定される危険性】 ○施設整備には一定の工事期間を必要とするため、整備の途中段階において地震津波が発生する可能性がある。 ○施設整備後であっても、実際の津波高が計画想定値の津波高を上回る可能性がある。 ○景観保全や環境保全、海洋の多目的利用、財政事情、施設整備のための土地利用の困難等との関係から、当分の間、施設整備への着手および必要増高の確保が困難な場合もあり得る。 これまでの津波被害により得られた教訓から、津波防災の考え方としては、防災施設による対策に限るだけでなく、津波防衛効果及び被害軽減効果が最大限に発揮されるよう、防波堤、防潮堤、災害に強いまちづくり、防災体制の3分野の対策を有機的に組み合わせ、総合的な津波防災対策を講じることが重要である。 また、計画の前提となる対象津波については、過去に当該沿岸地域で発生し、直轄市等の津波情報と比較的精度高く、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が、近年の施設環境整備結果等により津波を伴う地震の発生可能性が指摘されているような沿岸地域については、別途想定し得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、<u>①に安全側の発想から対象津波を選定することが望ましい</u>。この時、必ずしも最大規模の地震津波の発想から対象津波を選定することが限らないことから、地震の発生位置や規模、震源の深さ、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選定を行う必要がある。		・「常に安全側の発想から」の記載があると、事象の発生確率、対応するためのコストとは無関係に安全側の設定がなされる恐れがあり、<u>工学的な判断が入り混じること</u>。 ① (削除)

「津波防災計画策定指針（案）」	修正案	理由・説明
【解 説】 わが国の沿岸地域で津波防災計画を策定するための調査項目、検討項目、検討手順を示したものである。現在の津波防災対策の進捗状況など地域の実情に応じて策定作業を進めるものとする。 1) 計画策定のための基礎調査 本計画の対象となる沿岸地域の範囲（最終的には、治水等の想定を行った後、対象沿岸地域の絞り込みを行う）やその場所での対象津波を設定するにあたって、過去の地震津波の特性や被害実態等を把握する。また、対象津波による沿岸地域の危険性の評価を行うにあたって、沿岸地域の地形、土地利用、人口、産業等の振動、住民属性、対象の通達経路など、地域固有の特性について明らかにする。さらに、当該沿岸地域で既に予定されている計画整備事業や開発計画などを把握し、都市の将来像についても十分考慮する。 2) 対象津波の設定 1) 津波防災計画策定の前提条件となる外力として対象津波を設定する。対象津波については、過去に当該沿岸地域で発生し、震源等の物理的情報を比較的高精度よく、しかも数多く知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が、近年の増進地震観測結果等により津波を伴う地震の発生の可能性が指摘されているような沿岸地域については、別途想定し得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、①次に安全側の発想から対象津波を設定する。この時、震源の位置によっても津波の卓越特性が変化するため、必ずしも最大規模の地震から最大規模の津波が引き起こされる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、断層のすれ等を総合的に評価した上で対象津波の設定を行う。 また、観測データの検討では、沿岸津波水位のより大きい方を採用することが求められるが、時間的な制約に配慮される人や組織の設置計画の検討などでは、沿岸津波水位の大きさだけでなく、沿岸津波到達時間についても十分考慮する必要がある。 3) 危険性の評価 対象津波による浸水等を想定し、その結果に基づいて対象沿岸地域の範囲を確定するとともに、対象沿岸地域の地域特性からみれば浸水の受けやすさ（脆弱性）や現状の津波防災対策による備え（防御性）等を十分考慮して、対象津波による被害の形態、規模などを想定し、危険性の評価を行う。 4) 津波防災上の課題の特定 対象沿岸地域において必要となる津波防災対策を検討するに際して、各種調査や危険性の評価の結果から、防災施設、災害に強いまちづくり、防災体制の各分野ごとに津波防災上の課題を特定する。	①対象津波を設定することが望ましい。	・「常に安全側の発想から」の記載があると、事象の発生確率、対応するためのコストとは無関係に安全側の設定がなされる恐れがあり、工学的な判断が入り難くなる。 ・「望ましい」については、指針P.4の解説で用いられている。

「津波防災計画策定指針（案）」	修正案	理由・説明
以上のように沿岸地域の利用特性や都市形態などの地域固有の特性の違いにより、津波で引き起こされる被害の形態や規模が大きく異なる。 基礎調査では、このような点について十分考慮して、現状の社会経済特性の把握に努めるとともに、当該沿岸地域において対策すべき課題の抽出を図るものとする。 また、釣りやサーフィン、ヨット等の目的により、沿岸から近海にかけて観光客・レジャー客が集まることも多くあるが、このような外来客についても、地域住民と同様に津波防災対策の対象として考えていく必要がある。 (2) 地形特性 津波による被害は、沿岸地形（沿岸線およびその背後地域の地形）、海底地形等の地形条件による影響を受けやすい。 津波特性と地形条件の関係についてみると、V字状の河川地形では、津波のエネルギーが一帯に吸収されて津波が増幅し、河全体の津波水位が高くなる傾向がある。河川の下流、背後でも、河川地形の影響や河川による河川の増幅により津波が集中して増幅する傾向がある。（集中効果による津波の増幅） また、津波先端が陸に近づいて投げ潮に到達すればするほど津波水位は高くなる傾向がある（排水効果による津波の増幅）。 さらに、河内あるいは河内の水面と陸地の間に津波の増幅が近い場合には、水の運動が津波によって共振され、河内あるいは河内の津波水位が増幅される（共振効果による津波の増幅）。 また、遠浅な沿岸が長く続く地域では、非線形効果と分散効果の複合的な干渉により一山の津波が多数の波列に分裂するソリトン現象が発生しやすくなる。 以上のような特性は、沿岸地形から読み取りやすい。一方、<u>①海底地形は調査精度が悪い</u>ため、津波を集中させる効果が十分には読み取れないことが多いので、このことに留意しておく必要がある。 沿岸線の背後に低い平地が広がっている場合には、一旦陸地側への越浪を許すと浸水地の拡大を招きやすくなっている。 また、沿岸線の背後に田や高台等が立地し、容易にアクセスできる場合には、津波来襲時の避難場所としての利用が可能とされる一方、沿岸線の背後に低い平地やなだらかな丘陵地が広がっている場合には、避難するための場所の確保が困難となっている。 さらに、沿岸線沿いに道路が整備されている場合には、その場所の地盤の近さに応じて堤防、防潮堤としての津波防御効果が期待されることもある。一方、前に述べたように河川や水溜りがある場合には、河川に面する開口部から津波が進入して、くる危険性がある。 基礎調査では、このような地形特性と地形特性との関係、あるいは避難場所と地形特性との関係、人工改変地形の特徴について十分考慮して、現状の地形特性	①海底地形の測定精度が悪い場合は、	・海底地形の測定精度は常に悪いわけではなく、地形図の縮尺率にも依存していると考えられる。 ・海底地形の測定精度が悪いと記載すれば、解析精度の議論に直接つながる。

「津波防災計画策定指針（案）」	修正案	理由・説明
2. 3 対象津波に基づく自然性の評価 2. 3. 1 対象津波の設定 津波防災計画策定の前提条件となる外力として対象津波を設定する。対象津波については、過去に当該沿岸地域で発生し、既往最大などの津波規模を比較的高く、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択し、それを対象とすることを基本とする。ただし、近年の海底地震同規模津波等により津波を伴う地震の発生可能性が指摘されているような沿岸地域については、別添現在の知識により想定し得る最大規模の津波を検討し、既往最大津波との比較検討を行った上で、<u>①常に安全側の見地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。</u>この時、必ずしも想定し得る最大規模の地震が最大規模の津波を引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。 また、時間的な制約による影響を受けやすい人や船舶の避難対策の検討などにおいては、沿岸津波水位の大きさをただけではなく、沿岸津波到達時間についても十分考慮し、対象津波を設定する必要がある。 【解説】 従来から、対象沿岸地域における対象津波として、津波規模を比較的高く、しかも数多く入岸し得る時代以降の津波の中から、既往最大の津波を採用することが多かった。 近年、地震地体構造論、既往地震断層モデルの相関関係等の理論的考察が進展し、沿岸津波で発生しうる最大規模の沿岸津波を想定することも行われるようになった。これに加え、地震同規模津波の発生に伴い、空白地の存在が明らかになるなど、従来のような地震や津波を過去の例に照らし合わせることも可能となってきた。こうした方法を取り上げた検討を行っている自治体も出てきている。 本指針では、このような点について十分考慮し、図解できる資料の多く得られる既往最大津波とともに、現在の知見に基づいて想定される最大規模により起こされる津波をも取り上げ、両者を比較した上で常に安全側になるよう、<u>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（参考資料①を参照）</u> この時、留意すべき事は、最大規模が必ずしも最大津波に一致するとは限らないことである。地震が小さくとも津波の大きい「津波地震」があり得ることに配慮しながら、地震の規模、震源の深さとその位置、発生する津波の指向性等を総合的に評価した上で、対象津波の設定を行わなくてはならない。 また、沿岸津波を考慮すべき場所もある。過去の沿岸津波の来襲状況などを整理、検討し、最大規模津波による沿岸津波水位が上記対象津波の沿岸水位よりも大きい場合には、対象とする地震を別途設定するなどの措置が必要となる。 海岸にいたる人の避難、また船舶の避難・保護対策では、沿岸の津波水位のみならず、	①対象津波を設定することが望ましい。 ②取り上げることが望ましい。 ・上記のとおり。	・「常に安全側の見地から」の記載があると、事象の発生確率、対応するためのコストとは無関係に安全側の設定がなされる恐れがあり、工学的な判断が入り易くなる。 ・「望ましい」については、P.4の解説で用いられている。

「津波防災計画策定指針（案）」	修正案	理由・説明
津波の来襲期間も重要な情報である。対象津波の波高と対象沿岸の包囲間隔で決まるから、こうしたことをも考慮して対象津波を設定する必要がある。 1) 津波挙動の現況 近年、津波挙動の観定を行うにあたっては、既往地震の震源断層モデルを用いて津波数値解析計算を行う場合が多い（計算手法については、後述する〇〇で詳しく解説する）。特に、過去の津波の記録が十分に現っていないような地域では、津波数値解析計算を用いて津波水位、伝播速度等の空間分布や時間的変動等を算定することにより、過去の津波挙動を再現し、記録の不十分さを補うことができる。 また、津波に伴う地震の発生可能性が指摘されているような沿岸地域でも、様々な知見に基づいて現実性の高い津波を想定することができ、 このように対象津波の観定や津波防災対策の立案に際して、津波数値解析計算は有効な手段となり得るが、技術的には開発途上であり、精度あるいは費用の点でも、その汎用性には限界がある。現存においても、数値モデルの妥当性、発生した津波の波高、波先傾斜の波高や挙動、越浪時の挙動、河川湖上の伝播等、精度と再現性に関係して未解明の部分が多い。従って、津波数値解析の計算結果は、相対的な評価の基盤とはなり得ても、絶対的な判断を下すにはまだ問題が顕されており、このような点について十分考慮しなければならない。 津波数値解析計算手法の適用と利用上の留意点について以下に示す。 (1) 津波数値解析計算の適用 ア 過去の津波の挙動 過去の津波の記録と計算結果との比較により再現性を確かめた上で、算出記録にはない情報（例えば浸水域および伝播等の動的な情報）を印することができる。 イ 津波挙動の予測 現在あるいは将来の海岸地形の変化（防波堤、防潮堤、埋立地等）に伴う津波挙動の激化を予測することができる。また、ある超巨津波の効果を評価することができる。 (2) 利用上の留意点 ア 計算格子の大きさによる誤差 時間的・空間的に連続した津波波面を得るためには、1波長の間にできるだけ多くの格子を設定することが必要である。一般的には、1波長の間に少なくとも20点、できれば30点の計算格子が存在する必要がある。 また、再現が難しい陸上での津波計算（岩崎・長野の方法）では、津波先頭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	① (削除) ② i. 数値計算上対処可能な項目 (ア、イ、オ、カ) ii. モデルの高度化により低減可能な項目 (ウ) iii. データの精度により限界がある項目 (エ、キ)	・原文は、「津波計算結果は相対的な大小関係の評価には使えない」とも説明されるが、数値そのものはあまり使用できない」とも読みとれる。施設の数値に当たっては判断が必要であるが、原文の解釈が上記で正しいければ、判断が出来るようになる。また、原文は直上の文章「現実性の高い津波を想定することができ」と矛盾している。 ・津波の数値解析は近年の電子計算機の発達等により、少なくとも津波高さの両端では適用に耐えられる精度で計算できるようになってきている。誤差があることと判断に適用することは別の問題である。 ・原文は誤差が多いことを述べることに力点を置いており、専門外の人に津波数値解析は絶対的に精度が悪いものだとの印象を与えない。津波数値解析計算をより精度良く行うという立場に立つて記述するべきである。 ・実際には上記のとおりではなく、左記のように分類して整理することができる。

「津波防災計画策定指針（案）」

修正案

理由・説明

精度を確保するためには最低 200m 計算格子が必要となる。

イ 初潮性と非初潮性による誤差

初潮の運動を再現しようとする場合、その物理モデルにおいて非初潮性と波数分散性が重要なパラメータとなる。非初潮性は、その波高と水深との比が同値し、水深が浅くなるにつれて影響を顕して、波形の鋭利化などの現象が生じる。一方、波数分散性は、その波長に対する水深の比が同値し、波長によってその波速が変化するという性質を持つ。

以上から、初潮を再現する理論としては、60m 以上の深海域では初潮長波理論、それ以下の浅海域では非初潮長波理論がだいたいの目安として用いられ、打ち上げ高の制限などが行われている。初波の河川上や河川内の初波先端に生ずる波状初潮の再現には、波数分散性を考える必要がある。

③
つづき

ウ 初期条件による誤差

通常の地震の場合、海底の地震変動はそのまま海水面の変動になると見なすことができ、震源断層モデルによる海底変位の鉛直変位値を初潮の初期水位とし、で設定している。

このように初潮長波断層計算の出現点である初潮の初期断層は、対象となる地震の震源断層モデルの位置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、地震は消音のみか初潮長波断層値も含めて設定されたかなどにより精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、初潮長波断層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。

エ 海底地形による誤差

初潮の高さは、海岸に近づく（海底が浅くなる）につれて増幅される（浸水効果）。また、V字湾に初潮が入ってくると、奥に進むにつれてエネルギーの集中が促進し、初潮の高さが増幅される（集中効果）。

初潮長波断層計算では、このような海底地形や海岸地形による初潮高さへの影響は自動的に計算に含まれている。計算に用いられる海底地形データは、使い場所では比較的低精度が良いが、深い場所では信頼性が低いため、計算結果に誤差が生じやすい。

オ 初潮の非線形性による誤差

湾内に侵入した初潮は、陸地や池、池が持つ非線形性により初潮高が増大する可能性がある。初潮長波断層計算を行うに際して、湾内程度の小地形が考慮されていないと初潮の原因となる。

・原文は誤差が多いことを述べることに力点を置いており、専門外の人に津波数値解析は絶対的に精度が悪いものだとの印象を与えかねない。津波数値解析計算をより精度良く行うという立場に立つて記述するべきである。

・実際には上記のとおりではなく、左記のように分類して管理することができる。

- ② (つづき)
- I. 数値計算上対処可能な項目
(ア, イ, オ, カ)
 - II. モデルの高度化により低減可能な項目
(ウ)
 - III. データの精度により限界がある項目
(エ, キ)

「津波防災計画策定指針（案）」	修正案	理由・説明
2) 越波可能性の把握 各海岸ごとの想定し得る最大規模の津波高と、各海岸に覆面されている沿岸保全施設の現状天頂高を比較、検討することにより、その地点における越波の可能性を評価する。 (1) 最大津波高の想定 各海岸における最大津波高については、対象津波に基づく津波数値解析所の計算結果から得られた沿岸岸線の最大津波水位を最大津波高として想定する。 ただし、津波数値解析計算から得られた最大津波水位は、<u>①</u> 前述した通り必ずしも絶対的なものではなく、地帯近傍に起因する誤差が含まれていることについて十分考慮する。 (2) 越波可能性の評価 対象沿岸地域における沿岸保全施設の頂部水準は必ずしも一律ではなく、沿岸保全施設が設置されていない地帯も存在するため、越波可能性の評価により危険性の高い地域の抽出を図ることは、津波防災対策を促す上できわめて重要である。 越波可能性を評価するにあたっては、上記(1)で設定された最大津波高に各海岸の断面平均高水位分の減衰を加算し(安全側からみて最悪ケースを想定)、各海岸ごとに想定される津波高を算定する。これと、各海岸に設置されている沿岸保全施設の現状天頂高を比較することにより、各海岸の越波可能性を評価する。 ③ また、既往津波の最大規模の分布が類似し得られる場合には、計算値と既往の規模との差について十分考慮して評価を行うことが重要となる。 注：津波防波堤が水櫃より陸側に建設されている場合には、その施設により施設側面の津波の高さが増大するため、越波可能性が高まることに注意する必要がある。 (3) 水門等が閉鎖できない場合の侵入水量の評価 水門等が閉鎖できない理由については、1) 津波の来襲時間が短い、2) 施設によって津波駆動が被与する、の2つがあげられる。この場合、それほど規模が大きい津波によっても冠水水による排水が堤内発生する。したがって、各水門ごとに想定津波の来襲時に侵入可能水量を評価することが重要である。	① (削除) ② 誤差が含まれていることから、既往津波の頂部高についても十分考慮する。 ③ (削除)	・津波の数値解析は近年の電子計算機の発達等により、少なくとも津波高さの再現では十分に耐えられる精度で計算できるようになってきている。誤差があることと判断に活用することは別の問題である。 ・原文では数値解析だけから判断することになっている。 ・誤差がある旨の説明は既に(1)でなされており、内容が重複している。

「津波防災計画策定指針（案）」	修正案	理由・説明
参考資料 想定地震について 対象津波は、過去に当該沿岸地域で発生し、須磨などの津波規模と比較的相違なく、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が、近年の海底地震断層帯等により津波を伴う地震の発生の可能性が指摘されているような地域では、別途現在の知見により想定し得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、①に安全側からの仮定から危険側を考慮の大きい方を対象津波として想定するものとしている。 ここでは、後者の想定地震について、既定の考えが、手順等を示した。地震想定にあたって基本となる考え方と検討のフローを以下に示す。 ② 〔想定地震の想定に関する基本的考え方〕 ① 想定地震の想定規模は、歴史地震も含め既往最大級の地震規模を用いる。 ② 想定地震の地域区分は、地震地体構造論上の知見に基づき設定を行う。 ③ 想定地震の発生位置は、既往地震の発生位置を含む当該沿岸地域とその周辺地域を網羅するように設定を行う。 ④ 沖・港及び陸側等の応答特性による津波高増幅の可能性について考慮し、想定地震のバリエーションについて検討を行う。 ⑤ 想定地震は、震源断層相似則により設定される基本断層モデル、既往地震及び海岸地形の応答特性を考慮したバリエーションモデルの3つをもって想定地震とする。 ⑥ 逆地津波を含め、設定する想定地震以外の危険性についても検討を行う。	①対象津波を設定することが望ましい。 ②の一例を以下に示す。 なお、現在の知見を踏まえて適切に設定したものであるならば、必ずしも本設定方法に限定されるものではない。 ③（以下のとおり） ①プレート境界における大地震発生のパターンに顕著な地域性があることから、これまでに大地震が発生している場所及びその近傍に設定することを基本とする。ただし、これまでに大地震が発生していない場所でも、大地震の発生の可能性が指摘されている場合には、想定地震の発生位置として考慮する。 ②想定地震の規模は地震地体構造上の地域区分を考慮して既往最大級の規模とする。 ③（原文⑥をそのまま）	・「常に安全側の発想から」の記載があると、事象の発生確率、対応するためのコストとは無関係に安全側の設定がなされる恐れがあり、工学的な判断が入り難くなる。 ・「望ましい」については、P.4の解説で用いられている。 ・既に、十分な技術的審査を受けて評価されている地域あるいは個別地点もあると考えられることから、設定方法については、一例として記載する。 ・原文では、地震地体構造による地域区分の中ならどこでも最大規模の地震が起こりうると読みとれる。このことと3行目の「津波を伴う地震の発生の可能性が指摘されているような地域では、別途現在の知見により想定される最大規模の地震津波を検討し・・・」と矛盾する。 ・地体構造上想定される地震津波を考慮することで十分可能性の低い事象を検討していると考えられる。地体等の応答特性を踏まえた検討は事象の発生頻度を考慮すれば必ずしも必要ではない。 ・太平洋洋側に限しては、プレート間の相対速度が大きく、歴史期間の長さからみて、大地震が発生する場所では既に大地震が発生している可能性が高いと考えられる。歴史的に大地震が発生していない場所では、プレート間のカップリングの性質により大地震が起こらない場所になっている可能性が高い。特別に大地震の発生の可能性が指摘されている場合を除いて、歴史的に大地震が発生していない場所にまで想定地震を設定する必要はないと考えられる。

「津波防災計画画策定指針（案）」	修正案	理由・説明
2) 既往地震の震源断層パラメータによる知見の整理 日本周辺で発生した地震全体の統計結果により、以下に示す震源断層パラメータの相関関係が成立することが認められている。 ① 断層長さlと断層面積Sの関係 ② 断層長さlと断層のすべり量uの関係 ③ 地震モーメントM_0と断層面積Sの関係 ④ 地震モーメントM_0とマグニチュードMの関係 航空地表の調査にあたっては、「プレート境界の連続により震源断層断片の相関関係が異なる」という前提のもと、沿岸沿岸地域で過去に発生した津波に伴う地殻を、プレート境界の連続性に考慮するとともに、この結果に基づいて震源断層断片の整理を行い、プレート境界の連続性に震源断層断片の相関関係について整理を行うものとする。 【震源断層断片】 - 位置に関するデータ（震源断層断片の長さ、経度、緯度） - 位置に関するデータ（断層の長さ、幅、すべり量） - 断層断片に関するデータ（断層の走向、傾斜角、すべり量） - 地震モーメント、地震マグニチュード 【震源断層断片の相関関係（日本全国）】 $l = 2.0M$, $D = 2.0M$, $M_0 = 1.23 \times 10^{22} \times S^{0.6}$, $\log_{10} M_0 = 1.545M + 16.51$ l: 断層長さ (km) u: 断層のすべり量 (cm) S: 断層面積 (km²) M_0: 地震モーメント (dyne · cm) M: 震源断層断片のマグニチュード 【参考文献】 - 「日本の地震断層パラメータ・ハンドブック」 (佐藤良雄著 鹿島出版会 1989)	①統計処理 ②ただし、相関関係はこの場所でも適用できるとは限らないため、対象領域の特性に応じて断層パラメータの配定方法を個別に検討する必要がある。	・今回の太平洋側の検討では、日本海側の検討の時に、既往地震統計解析は実施していないものと思われる。 ・南海トラフ沿いの巨大地震のようにプレート境界がブロック化し、断層するブロックの組み合わせの違いにより地震の断層が変化している領域では相関関係の適用に差がある。

「津波防災計画画策定指針（案）」	修正案	理由・説明
3) 想定地震の設定 1) 及び2) の結果を踏まえ、当該沿岸地域において対象とすべき想定地震の震源断層位置の決定を行う。想定地震としては、以下に示す2種類の地震を想定するものとする。 ① 当該沿岸地域における既往地震のうち、地震規模（マグニチュード）が最大となる地震 ② プレート境界の連続別に求められた震源断層位置の相似則に、当該沿岸地域が位置する地体区分で発生した断層を伴う地震の最大マグニチュードを与えることにより想定される地震 想定地震の発生位置については、<u>① 断層の相似性を考慮して、対象沿岸地域に対して最も影響が大きくなるように、断層位置を決定する必要がある。</u>	① 地震地体構造上想定される最大規模の地震の発生が否定出来ない領域内において、海底地形及び地質構造を考慮して矛盾のない範囲内で、対象沿岸地域に対して最も影響が大きくなるように設定する必要がある。	・原文では、地震地体構造による地域区分の中ならどこでも最大規模の地震が起こりうると読みとれる。また、海底地形や地質構造を無視しても影響が最大になる位置・走向を選定するべきものと読みとれる。

「津波防災計画策定指針（案）」	修正案	理由・説明
参考資料 津波は如何に計算 ① 計算手法 (1) 運動方程式 津波の支配方程式は、運動量保存則と質量保存則の3つである。これらは、運動方程式と連続式によって各々記述される。津波の数値計算は、初期条件として海面の水位分布を与え、2つの支配方程式を時間経過に伴い逐次的に解くものである。 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（非線形長波式）によって表される。非線形長波式は、波高Hと波長の比H/L、および水深hと波長の比h/Lが小さいと仮定して導かれる。この近似では、圧力は静水圧分布となり、水平運動(u,v)は断面を考えたときは鉛直方向に一様な分布となる。波速を海底から水面まで鉛直方向に積分した非線形長波の式は、 $\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{\partial \zeta}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial \eta}{\partial x} \right) \cdot \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial \eta}{\partial y} \right) \cdot \frac{\partial \eta}{\partial y} = 0 \quad (1)$ $\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial \eta}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial \eta}{\partial x} \right) \cdot \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial \eta}{\partial y} \right) \cdot \frac{\partial \eta}{\partial y} = 0 \quad (2)$ $\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial \eta}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial \eta}{\partial y} \right) \cdot \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial \eta}{\partial x} \right) \cdot \frac{\partial \eta}{\partial x} = 0 \quad (3)$ で表される。ここで、(x,y)は観測点を水面に投影した水平座標、tは時間、ηは水位変動、hは水深、Dは(D=h+η)で表される全水深、g=9.8m/s²、ρは重力加速度、Fは底面摩擦係数、(M,N)は各々(x,y)方向の流速フラックス、fはコリオリ係数(f=2ωsinφ)、ωは角速度、φは緯度である。この非線形長波理論式は、波高と水深の比(H/h)がかなり小さい、海岸近傍の津波の挙動を表すのに用いられる。 (2) 初期条件 地震断層モデルを用いて計算される海底地盤の鉛直変位成分を海面の初期水位分布として与える。地震断層モデルを定量化する震源断層パラメータの定義は、表-1及び図-1に示すとおりである。 (3) 沖面境界条件 最も外側の津波頭端境界からの観測点については、進行性長波の水位・流速の関係を式で表す。 $\sqrt{M^2 + N^2} = \pm \sqrt{gh\eta}$ この式で左辺の符号は観測点が境界から外部に向かう方向を正とする。	①津波数値解析の代表的な手法を以下に示す。	・ここに記載されている内容が唯一の方法と勘違いされる恐れがある。