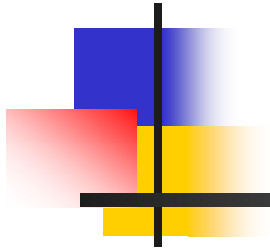


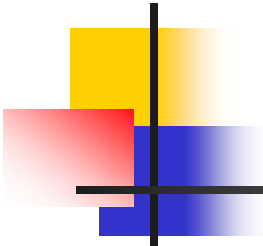
南海・東南海地震に備えて、構造設計者はいかに対応するか

-2011.3.11東日本大震災の教訓を活かして-



南海・東南海地震に備えて (5) 津波

JSCA関西金属系分科会
島野幸弘



本日提供する話題とその参考資料

①東日本大震災における津波被害

- ・平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）調査研究（速報）

<http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/20110311/0311quickreport.html>

②津波に係る法体系の整備

③津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針

- ・津波に対し構造耐力上安全な建築物の設計法等に係る追加的知見について

http://www.mlit.go.jp/report/press/house05_hh_000274.html

- ・津波避難ビル等に係るガイドライン

http://www.bousai.go.jp/oshirase/h17/tsunami_hinan.html

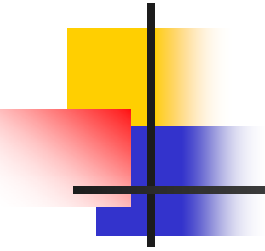
④南海・東南海地震での津波高さの予測値

- ・南海トラフの巨大地震モデル検討会

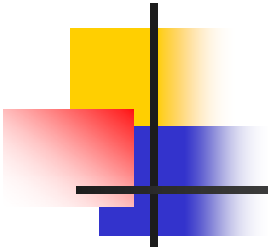
http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/nankai_trough/nankai_trough_top.html

⑤建築物の津波に対する検討

- ・「津波に対する建築物の構造設計について ーその1：予備検討ー」,
岡田恒男他,日本建築センター,ビルディングレター第464号,2004.10
- ・「津波に対する建築物の構造設計について ーその2：設計法(案)ー」,
岡田恒男他,日本建築センター,ビルディングレター第465号,2004.11



①東日本大震災おける 津波被害



(1) 東日本大震災における津波被害

■ R C造建築物の被害形態の分類

- ① 1 階の崩壊
- ② 転倒
- ③ 移動・流失
- ④ 洗屈による傾斜
- ⑤ 壁の崩壊（開口部の破壊）
- ⑥ 漂流物の衝突

出典：平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）調査研究（速報）
国土交通省 国土技術政策総合研究所・独立行政法人 建築研究所, 平成23年5月

R C造建築物の津波被害（1）

■被害形態の分類：1 階の崩壊



写真 6. 4. 1-1 2階建て建築物の層崩壊

- ・1階の柱が柱頭・柱脚で曲げ破壊し、**層崩壊**した事例。
- ・1階が商店、2階が住居。2階部分は開口が少なく、大きな津波波力を受けたため、**1階に作用する津波波力が1階の保有水平耐力を上回った**と想定される。



写真 6. 4. 1-2 残存する3階建て建築物

- ・この調査では、3階建て以上の建築物では1階の層崩壊は確認されていない。
- ・3階建ての建物には1階にRC壁を用いられることが多く、1階の耐力が大きいことが多い。

R C造建築物の津波被害（2）

■被害形態の分類：転倒



写真 6. 4. 1-3 3階建て建築物の転倒



写真 6. 4. 1-4 上下逆さまになった2階建て建築物

- ・転倒した建物は直接基礎の建物に多く、何れも最大浸水深さが建物高さを上回る。
- ・開口が少ないものに多く、外壁の開口の大きさが大きく影響したと考えられる。

- ・浮力が自重よりも大きくなる場合、わずかな水平力でも転倒の可能性がある。

R C造建築物の津波被害（3）

■被害形態の分類：移動・流失



写真 6. 4. 1-7 塀を乗り越えた2階建て建築物

- ・地面に引きずった跡が無く、**浮力**により浮き上り、2m程度のコンクリートブロック塀を乗り越え、**移動して転倒**した事例。



写真 6. 4. 1-8 集合住宅の転倒(CB造)

- ・一部が流出してしまい移動先が分からなくなった事例。
- ・**浮力**に加え、非常に**大きな水平力**が作用したと考えられる。

R C造建築物の津波被害（4）

■被害形態の分類：洗屈による傾斜



写真 6. 4. 1-9 洗掘による基礎露出



写真 6. 4. 1-10 洗掘による2階建て建築物の傾斜

- ・建築物の隅角部に強い水流が作用し、洗掘による基礎が露出した事例。

- ・洗掘による穴に建築物が倒れ込み大きく傾斜した直接基礎の建物の事例。

R C造建築物の津波被害（5）

■被害形態の分類：壁の崩壊（開口部の破壊）



写真 6.4.1-11 非構造壁の面外破壊



写真 6.4.1-12 床を持たない連層壁の面外破壊

- ・津波作用面の開口よりも水流が**抜ける側の開口が小さい**ため、抜ける側の非構造壁が外側に大きくはらみ、壁端部のシングル配筋が破断した事例。
- ・開口から入った水を**スムーズに流出させる**開口の大きさにも配慮が必要。

- ・2階床が無く支持スパンが10mを超える厚さ300mmの耐震壁が外側からの**津波波力**によって大きく**湾曲**した事例。

R C造建築物の津波被害（6）

■被害形態の分類：漂流物の衝突



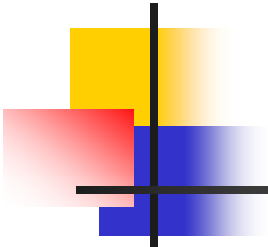
写真 6. 4. 1-13 衝突による非構造部材の損傷

- ・漂流物の衝突による被害は、窓ガラスや天井材などの非構造部材の脱落した事例がほとんどで、上記はその一例。



写真 6. 4. 1-14 漂流物の衝突による壁脱落

- ・漂流物の衝突により集合住宅の連層壁に開口や脱落が生じた事例。



(1) 東日本大震災における津波被害

■ S造建築物

- ①露出型柱脚の破壊による移動・流出
- ②柱頭接合部の破壊による移動・流出
- ③転倒
- ④崩壊
- ⑤大きな残留変形
- ⑥全面的な内外装材の破壊・流出
- ⑦開口部周りの損傷・破壊
- ⑧波圧や漂流物の衝突による構造躯体及び非構造部材の局所的な変形

出典：平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）調査研究（速報）
国土交通省 国土技術政策総合研究所・独立行政法人 建築研究所, 平成23年5月

S造建築物の津波被害（1）

■被害形態の分類

典型的な被害例

：露出型柱脚の破壊による移動・流出



写真 6. 4. 2-1 柱脚部の破断（陸前高田市）



写真 6. 4. 2-2 柱脚部アンカーボルトの破断により
移動したと考えられる建築物（釜石市）

- ・柱とベースプレートの溶接部の破断
- ・アンカーボルトの破断

- ・建築物自体は敷地外へ移動して行方が分からないものが多い。

S造建築物の津波被害（2）

■被害形態の分類

比較的多く見られた被害例

：柱頭接合部の破壊による移動・流出



写真 6. 4. 2-3 根巻柱脚の1階柱の残存（陸前高田市） 写真 6. 4. 2-4 1階柱の残存（陸前高田市）

- ・下フランジがつくダイヤフラムと柱の溶接部の破壊が多い。
- ・残された柱の傾きと同程度まで1階が傾いた後、1階柱に引張力が作用して1階柱頭接合部で破壊が生じたと考えられる。

S造建築物の津波被害（3）

■被害形態の分類：転倒



写真 6. 4. 2-8 3階建てS造の転倒（女川町）

- ・基礎が一体のままの**建物全体の転倒**した事例（一例のみ）。
- ・床スラブの下の空間に空気が溜まり、上部構造の重量をキャンセルして転倒したと考えられる。



写真 6. 4. 2-9 3階建てS造の1階の崩壊（大槌町）

- ・1階の**部分的な崩壊を伴う転倒**事例。
- ・1階柱脚部の引抜き力と、1階柱の座屈によって**大きく傾斜**し、転倒したと考えられる。

S造建築物の津波被害（4）

■被害形態の分類：崩壊



写真 6. 4. 2-10 2階建てS造の1階の崩壊（大船渡市）

- ・2階建てS造の1階部分の層崩壊した事例。



写真 6. 4. 2-11 部分的な崩壊（釜石市）

- ・沿岸にある倉庫が部分的に崩壊した事例。

S造建築物の津波被害（5）

■被害形態の分類：大きな残留変形



写真 6. 4. 2-12 傾斜した重層建築物（女川町）



写真 6. 4. 2-14 傾斜した山形ラーメン架構
（海岸沿い、山田町）

- ・構造躯体のみが残存するS造では若干の傾斜が見られるものが多い。
- ・倒壊に至らないながらも大きな残留変形が生じた事例も見られた。

S造建築物の津波被害（6）

■被害形態の分類：全面的な内外装材の破壊・流出



写真 6. 4. 2-15 残存する3階建てS造
(陸前高田市)



写真 6. 4. 2-16 海岸沿いにある建築物 (陸前高田市)

- ・外装材がほぼ全面的に破壊され流出しているが、構造体としてのS造骨組みが残存している事例が多く見られた。
- ・早期に外装材が流出することで構造体に作用する外力が小さくなったことが、残存の要因と考えられる。

S造建築物の津波被害（7）

■被害形態の分類：開口部周りの損傷・破壊



写真 6. 4. 2-24 倉庫（大船渡市）

（津波の流出口として妻壁及び開口部が外側に変形）

- ・津波の作用面側と反対側の妻面が水流の流出口になったため、大きく損傷、破壊した事例。

S造建築物の津波被害（8）

■被害形態の分類

：波圧や漂流物の衝突による構造躯体及び非構造部材の局所的な変形



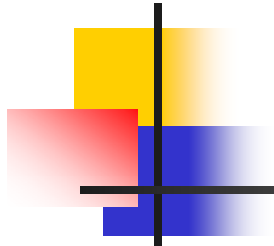
写真 6.4.2-25 柱の変形（石巻市）



写真 6.4.2-26 柱脚部の移動（石巻市）

（コンクリート塊や道路の舗装アスファルト等の漂流物によると考えられる）

- ・津波の波圧や漂流物の衝突による構造部材や非構造部材の大きな変形が発生した事例。

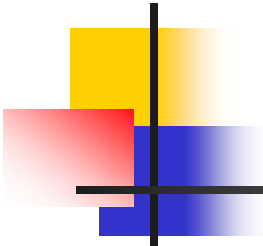


②津波に係る法体系の整備

- 津波に係る法体系の整備の経緯

- 1959年:「風水害による建築物の災害の防止について」
(昭和34年発住第42号)
- 2005年:「津波避難ビル等に係るガイドライン」
(平成17年6月内閣府政策統括官(防災担当))
- 2011年:「津波に対し構造耐力上安全な建築物の設計法等に係る追加的知見について(技術的助言)」
(平成23年11月17日、国住指第2570号)

※暫定指針→国交省告示1318号 (H23.12.27)



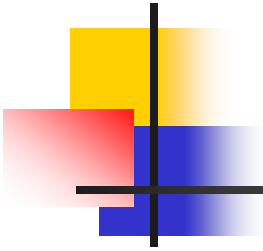
技術的助言（１）平成23年11月17日

津波に対し構造耐力上安全な建築物の設計法等に係る追加的知見について (技術的助言)

本年３月に発生した東日本大震災においては、津波により多くの建築物が滅失・損壊し、多くの尊い命が犠牲になったところであり、津波に対する建築物の構造耐力上の安全性確保の重要性があらためて認識された。

これを受け、国土交通省住宅局及び国土技術政策総合研究所では、津波に対し構造耐力上安全な建築物の設計法等に係る検討を進めてきたところであり、今般、検討結果の中間とりまとめを行ったことから、津波防災地域づくりに関する法律案が閣議決定され国会に提出されているところであるが、早急に津波対策を講ずることの重要性に鑑み、これを踏まえた現時点での技術的知見を下記のとおり通知する。

本技術的助言は、「風水害による建築物の災害の防止について」（昭和３４年発住第４２号。以下「３４年通知」という。）及び「津波避難ビル等に係るガイドライン」（平成１７年６月内閣府政策統括官（防災担当）。以下「ガイドライン」という。）を基本として、同震災における被害の実態調査結果等を踏まえた追加的知見の提供を行うものであり、各都道府県におかれては、津波避難体制の整備、建築基準法（昭和２５年法律第２０１号）第３９条に基づく災害危険区域の指定等に当たり、参考とされたい。



風水害による建築物の災害の防止について（34年通知）

■ 背景

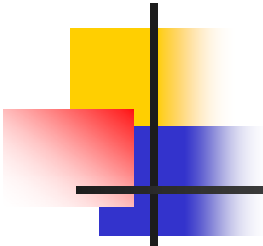
- 台風15号により、愛知、三重、岐阜の3県下の建築物の被害が激甚で、単に風害のみならず、堤防の決壊等による浸水によりその被害をさらに大きなものとなったこと。

■ 概要

- 災害危険区域の指定し、避難の施設を整備させること。
- 津波等により直接建築物を流失・倒壊させるおそれのある区域内の建築物の構造の強化

（対象：学校、庁舎、公会堂等多人数を収容する公共建築物および住居）

- 避難上必要な部分の床面を予想浸水面以上の高さとする。
- 鉄筋コンクリート造等の堅ろうな建築物とする。
- 特に危険な区域については居住の用に供する建築物の建築禁止。



「津波避難ビル等に係るガイドライン」（2005年）

■ 背景

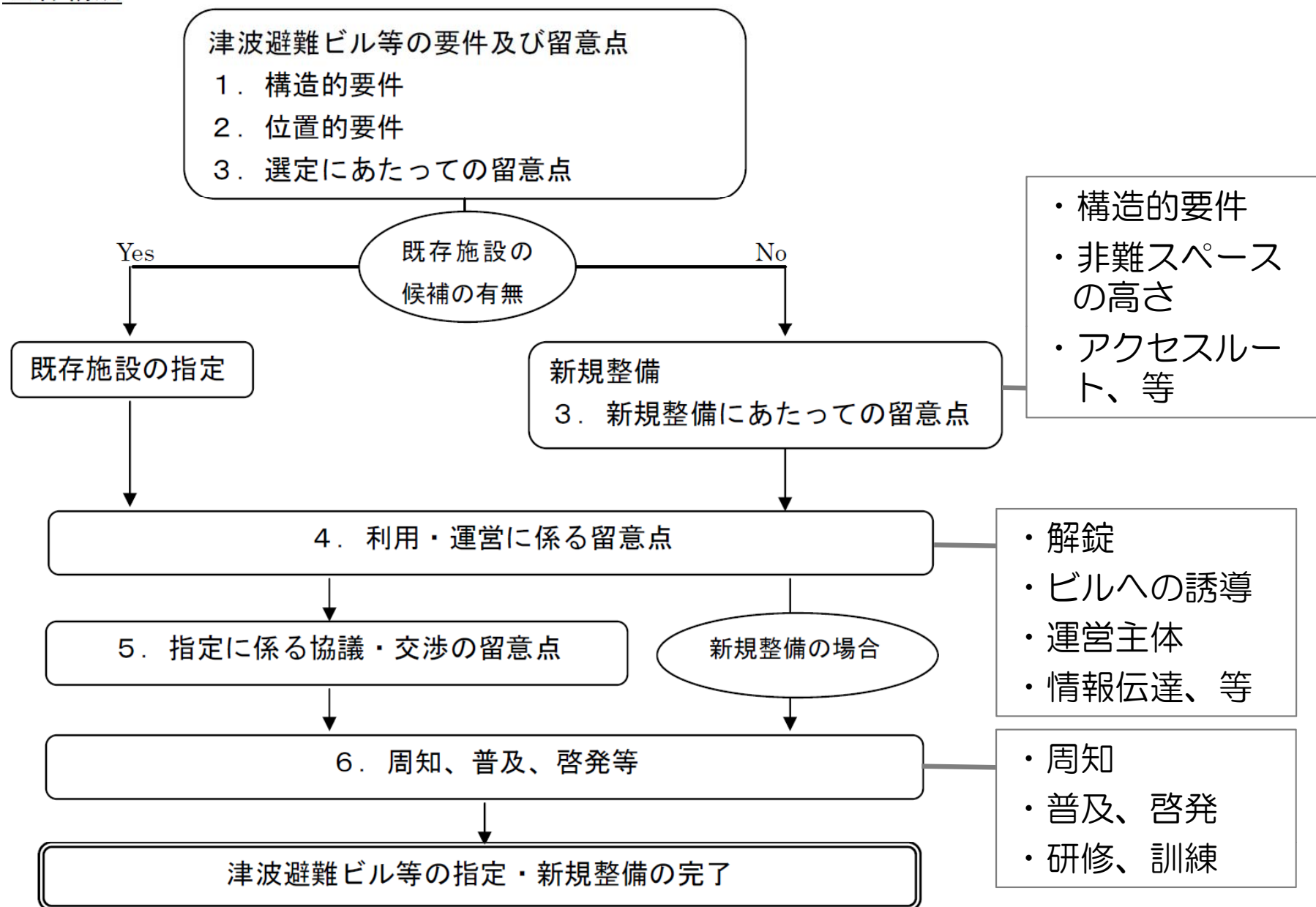
- スマトラ沖地震（2004年）によるインド洋大津波は、数十万人の尊い命が奪われる大惨事となった。
- 我が国においても、東南海・南海地震をはじめとする海溝型巨大地震等により大きな津波被害が発生することが危惧されている。

■ 概要

- 津波対策のひとつとして、津波からの避難が困難な地域における津波避難ビル等の普及を促進すべく、津波避難ビル等が満たすべき要件、指定や運用にあたっての留意点等をガイドラインとして取りまとめたもの

「津波避難ビル等に係るガイドライン」（2005年）

全体構成



「津波避難ビル等に係るガイドライン」（2005年）

第1節

構造的要件

基本方針

(1) 耐震性

耐震診断によって耐震安全性が確認されていること、または、新耐震設計基準（1981年（昭和56年）施行）に適合していることを基本とする。

(2) 津波に対する構造安全性

原則として RC または SRC 構造とし、想定浸水深に応じて、階数や、津波の進行方向の奥行きを考慮する。

◇津波避難ビル等の選定にあたって

・想定浸水深さと階数の関係

想定浸水深さ	階数
1m以下	2階建て以上
2m	3階建て以上
3m	4階建て以上

・津波に対する安全性を確認する方法は、「巻末資料② 構造的要件の基本的な考え方」に基づき、検討することが望ましい。

→2011.11の技術的助言【別添】の暫定指針や告示1318号のもととなるもの

技術的助言：平成23年11月17日

津波に対し構造耐力上安全な建築物の設計法等に係る技術的助言について

東日本大震災における津波被害に関する調査等を踏まえ、**津波に対し構造耐力上安全な建築物の設計法等について検討**

津波避難ビル等の指定による津波避難体制の整備や、災害危険区域における建築制限の実施にあたって、参考となる技術的知見を暫定的にとりまとめ

津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針等の策定

(構造上の要件)

- ・津波避難ビル等に関するガイドライン（平成17年内閣府(防災担当)）に示されている**津波荷重の設定を合理化**

➡ 別紙1

(避難スペースの高さ)

- ・浸水深や階高等に応じ個別検討が必要だが、**想定浸水深相当階の2階上に設ければ安全側**

災害危険区域に係る建築制限の考え方の提示

災害危険区域（建築基準法）

地方公共団体の条例で、災害危険区域を指定し、必要な建築制限を実施

- ・災害危険区域における建築制限に係る技術的助言（昭和34年建設省通知）に示されている**対象区域や対象建築物の考え方について追加的知見を提示**

➡ 別紙2

技術的助言として、地方公共団体に対し情報提供

構造上の要件に係る暫定指針の概要

津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針の概要

別紙1

津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針(平成17年ガイドラインに係る追加的知見)の概要

津波避難ビル等に関するガイドライン(平成17年6月内閣府(防災担当))に示されている構造上の要件について、国費補助による調査研究(東京大学生産技術研究所及び(独)建築研究所の共同研究)の成果等を踏まえ、避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針を策定

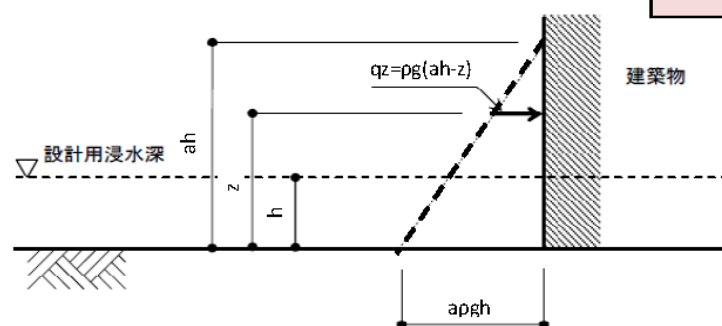
暫定指針で示された主な見直し

●津波荷重の設定の合理化

従来のガイドライン
(実験に基づき設定)

一律、浸水深の3.0倍の
静水圧

今回の震災
を踏まえ
合理化



① 堤防や前面の建築物等による軽減効果が見込まれる場合	2.0倍
② ①のうち、海岸等からの距離が離れている場合(500m以遠)	1.5倍
③ ①、②に該当しない場合	3.0倍

併せて、荷重算定にあたって、以下のことを明示

- ①開口部(窓等)への流入による波力低減が可能
- ②ピロティの開放部分は荷重算定の対象から除外

※上記の他、浮力による転倒に関する検討、洗掘への設計上の配慮、漂流物の衝突への設計上の配慮について明確化

災害危険区域に係る建築制限の考え方の概要

災害危険区域に係る建築制限の考え方の概要

別紙2

災害危険区域における建築制限に係る追加的知見

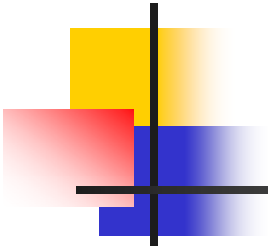
災害危険区域における建築制限に係る技術的助言（昭和34年建設省通知）に示されている建築制限の考え方について、国費補助による調査研究の成果等を踏まえ、今後建築制限を行う際に参考とすべき追加的知見を提示

●昭和34年通知において、災害危険区域の指定に際し、国が参考として示した考慮事項

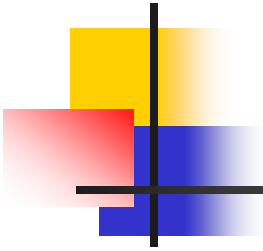
- ・津波等によって、水や土砂が直接建築物を流失させ、倒壊させ又は建築物に著しい損傷を与えるおそれのある区域を対象とすること
- ・学校、庁舎、公会堂等多人数を収容する公共建築物及び住居について、建築制限の対象とすること
- ・鉄筋コンクリート造等の「堅ろうな建築物」とすること
- ・「特に危険な区域」では、住居建築を禁止すること

●今後建築制限を行う際に参考とすべき追加的知見

- ・一般的な建築物を暫定指針により検証した場合に津波荷重により倒壊等するおそれのある区域が制限対象となり得る
- ・医療施設、社会福祉施設等自力避難が困難な者が主として利用する建築物も制限対象として検討
- ・暫定指針で津波に対する安全性が確認された場合には、「堅ろうな建築物」に該当
- ・住居建築を禁止する「特に危険な区域」は、市街地火災の危険が著しい浸水区域等が該当



③津波避難ビル等の構造上の 要件に係る暫定指針



津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針の構成

- 「東日本大震災における津波による建築物被害を踏まえた津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針」
 - 1. 1 適用範囲
 - 1. 2 用語
 - 1. 3 構造計画
 - 1. 4 津波荷重算定式
 - 1. 5 荷重の組み合わせ
 - 1. 6 受圧面の設計
 - 1. 7 構造骨組の設計
 - 1. 8 転倒及び滑動の検討
 - 1. 9 その他の構造設計上の配慮

津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針（１）

1. 4 津波荷重算定式

（１）津波波圧算定式

構造設計用の進行方向の津波波圧は下式により算定する。

$$qz = \rho g (ah - z) \quad (4.1)$$

ここに、

qz : 構造設計用の進行方向の津波波圧 (kN/m²)

ρ : 水の単位体積質量 (t/m³)

g : 重力加速度 (m/s²)

h : 設計用浸水深 (m)

z : 当該部分の地盤面からの高さ ($0 \leq z \leq ah$) (m)

a : 水深係数。3とする。ただし、次の表に掲げる要件に該当する場合は、それぞれ a の値の欄の数値とすることができる。(注：この係数は、建築物等の前面でのせき上げによる津波の水位の上昇の程度を表したものでない。)

	要 件	a の 値
(一)	津波避難ビル等から津波が生じる方向に施設又は他の建築物がある場合（津波を軽減する効果が見込まれる場合に限る）	2
(二)	(一)の場合で、津波避難ビル等の位置が海岸及び河川から 500 m以上離れている場合	1.5

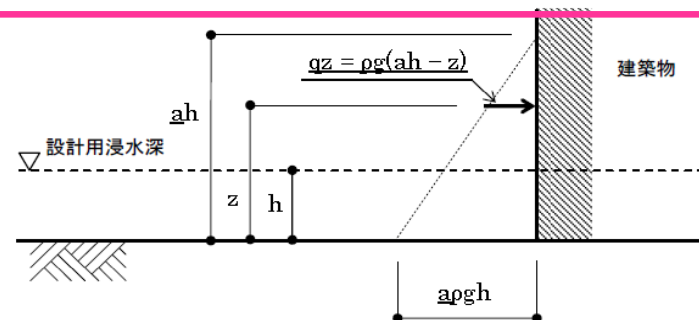


図 4 - 1 4.1 式による津波波圧

津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針（２）

（２）津波波力算定式

構造設計用の進行方向の津波波力は、4.1 式の津波波圧が同時に生じると仮定し、下式により算定する。

$$Q_z = \rho g \int_{z_1}^{z_2} (ah - z) B dz \quad (4.2)$$

ここに、

Q_z ：構造設計用の進行方向の津波波力（kN）

B ：当該部分の受圧面の幅（m）

z_1 ：受圧面の最小高さ（ $0 \leq z_1 \leq z_2$ ）（m）

z_2 ：受圧面の最高高さ（ $z_1 \leq z_2 \leq ah$ ）（m）

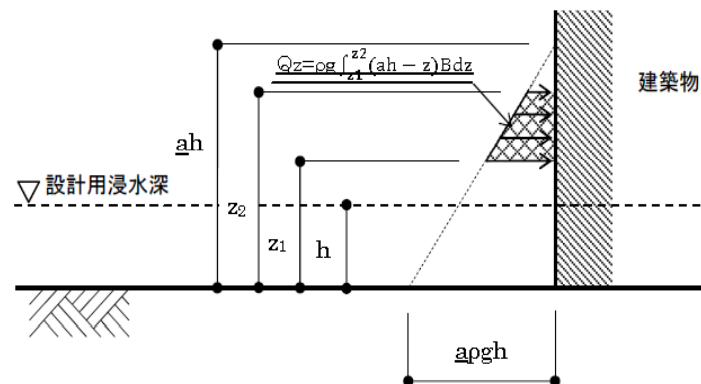


図 4－2 4.2 式による津波波力

（３）開口による低減

開口部（津波波圧により破壊するよう設計した非耐圧部材によるものに限る。以下同じ。）における津波波力は、各高さ毎の受圧面の幅から各高さ毎の開口部の幅を除外して津波波力を算定すること、又は受圧面の面積から開口部の面積を除外した面積を受圧面の面積で除して得た割合を津波波力に乗じることにより低減することができる。ただし、原則として、除外する前の津波波力の 7 割を下回らないこととする。

津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針（３）

（４）ピロティの取り扱い

ピロティを有する部分の津波波力は、ピロティ部分（柱・梁等の耐圧部材を除く。）に津波波圧が作用しないこととして、算定することができる。

（５）水平荷重の方向

津波の水平荷重は、すべての方向から生じることを想定する。

ただし、津波の進行方向が、シミュレーション等による浸水深の予測分布や海岸線の形状から想定できる場合は、この限りでない。また、実状に応じて引き波を考慮する。

（６）浮力算定式

津波によって生じる浮力は、下式により算定する。

$$Q_z = \rho g V \quad \text{————— (4.3)}$$

ここに

Q_z ：浮力（kN）

V ：津波に浸かった建築物の体積（ m^3 ）

ただし、開口率を勘案して水位上昇に応じた開口部からの水の流入を考慮して算定することができる。

（７）特別な調査又は研究に基づく算出

当該津波避難ビル等の所在地における津波荷重を特別な調査又は研究に基づき算出する場合は、当該数値による。

津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針（４）

1. 5 荷重の組み合わせ

津波荷重に対する建築物の構造設計では、以下に示す荷重の組み合わせを考慮する。

$G + P + 0.35S + T$ （多雪地域）

$G + P + T$ （多雪地域以外の地域） ————— (5.1)

ここに、

G: 固定荷重によって生じる力

P: 積載荷重によって生じる力

S: 積雪荷重によって生じる力

T: 津波荷重によって生じる力

1. 6 受圧面の設計

(1) 耐圧部材の設計

耐圧部材は、終局強度以内とし、確実に構造骨組に力を伝達できるようにする。また、必要に応じて止水に配慮する。

(2) 非耐圧部材の設計

非耐圧部材は、構造骨組みに損傷を与えることなく壊れることを容認する。

1. 7 構造骨組の設計

各方向、各階において、構造骨組みの水平耐力が、津波の水平荷重以上であることを下式により確認する。

$$Q_{ui} \geq Q_i \quad \text{————— (7.1)}$$

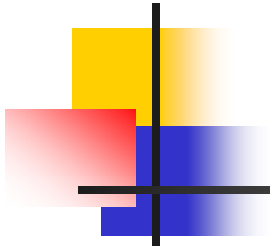
Q_{ui} : i 層の津波の水平荷重に対する水平耐力（材料強度によって計算する各階の水平力に対する耐力等）

Q_i : i 層に生じる津波の水平荷重

また、耐圧部材は、設計した荷重の組み合わせに対して終局強度以内とする。

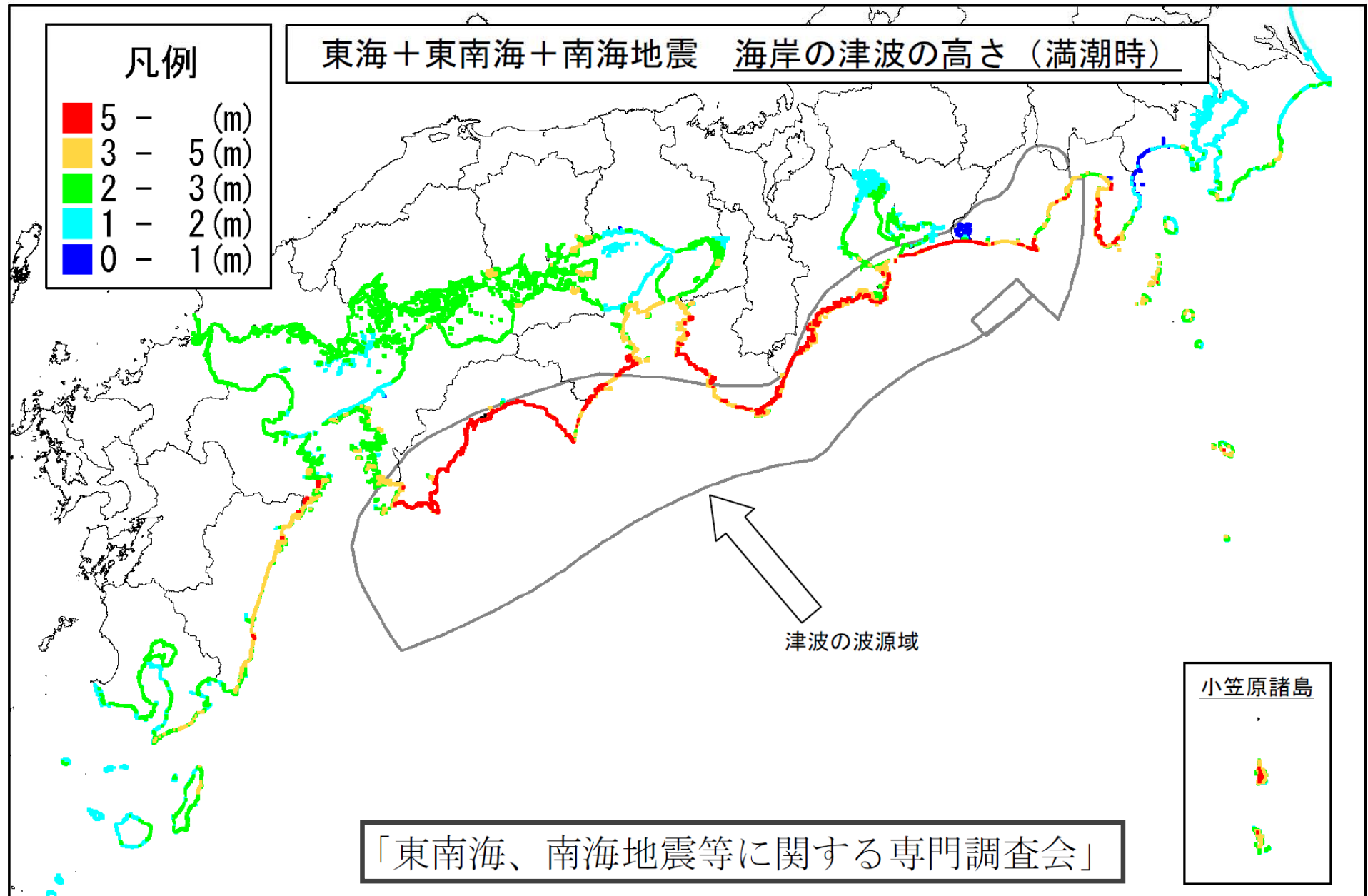
1. 8 転倒及び滑動の検討

建築物が、浮力及び自重を考慮して、津波荷重によって転倒又は滑動しないこと（杭基礎にあっては、杭の引き抜き耐力を超えないこと等）を確かめる。



④南海・東南海地震での 津波高さの予測値

中央防災会議における津波高さの推計（2003年）



南海トラフの巨大地震モデル検討会

南海トラフの巨大地震モデル検討会について

1. 趣 旨

過去に南海トラフのプレート境界で発生した地震に係る科学的知見に基づく各種調査について防災の観点から幅広く整理・分析し、想定すべき最大クラスの対象地震の設定方針を検討することを目的として、理学・工学等の研究者から構成される検討会を政策統括官(防災)の下に設置

2. 論点

- 南海トラフで検討すべき「最大クラスの巨大な地震・津波」とはどのようなものか
- 想定震源域・波源域をどのように考えるべきか
- 東海・東南海・南海地震の同時発生、時間差発生についてどのように考えるべきか

3. 開催経過と今後のスケジュール

- 平成23年8月28日 第1回検討会
この間 月1～2回程度の頻度で開催
- 平成23年12月27日 第7回検討会
中間とりまとめ(想定震源域・波源域の設定の考え方等)
- 平成24年3月31日 南海トラフの巨大地震による最大クラスの震度分布・津波高の推計結果 公表
※10mメッシュ津波高、浸水域、液状化危険度、時間差発生、長周期地震動は引き続き検討

南海トラフの巨大地震モデル検討会 委員

(座長) 阿部 勝征 東京大学名誉教授

今村 文彦 東北大学大学院工学研究科附属災害防御研究センター教授

岡村 眞 高知大学大学院総合人間自然科学研究科教授

岡村 行信 (独)産業技術総合研究所活断層・地震研究センター長

金田 義行 (独)海洋研究開発機構プロジェクトリーダー

佐竹 健治 東京大学地震研究所教授

島崎 邦彦 東京大学名誉教授

橋本 学 京都大学防災研究所教授

平川 一臣 北海道大学大学院地球環境科学研究院教授

平原 和朗 京都大学大学院理学研究科教授

福和 伸夫 名古屋大学大学院環境学研究科教授

古村 孝志 東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター教授

翠川 三郎 東京工業大学大学院総合理工学研究科教授

室崎 益輝 関西学院大学総合政策学部教授

山岡 耕春 名古屋大学大学院環境学研究科教授

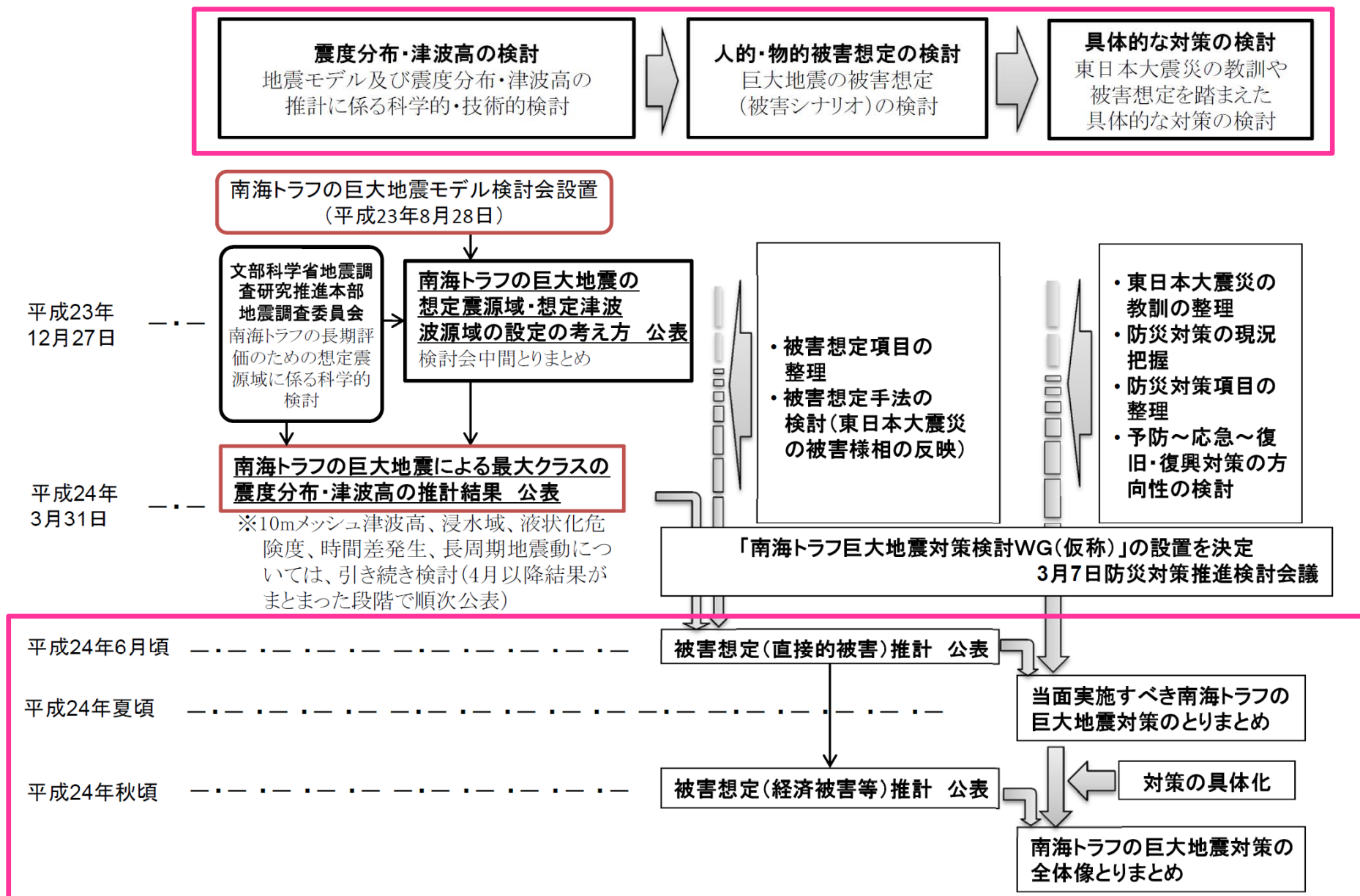
山崎 文雄 千葉大学大学院工学研究科教授

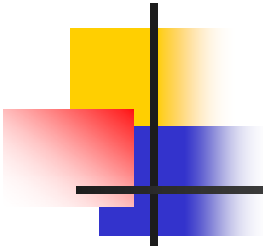
全16名(50音順)

南海トラフの巨大地震検討スケジュール

南海トラフの巨大地震に係る検討スケジュールについて

平成24年3月現在





南海トラフの巨大地震モデル検討会：第一次報告

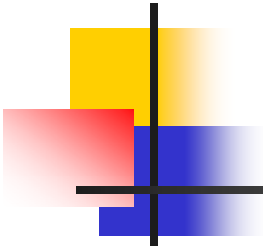
報道発表資料

平成 24 年 3 月 31 日
内閣府（防災担当）

南海トラフの巨大地震による震度分布・津波高について

南海トラフの巨大地震については、内閣府に昨年 8 月に設置した「南海トラフの巨大地震モデル検討会」（座長：阿部勝征東京大学名誉教授）において、科学的知見に基づき、南海トラフの巨大地震対策を検討する際に想定すべき最大クラスの地震・津波の検討を進めている。検討会は、昨年 12 月 27 日に、南海トラフの巨大地震モデルに係る想定震源断層域の設定の考え方などについて中間とりまとめを行った。中間とりまとめを受けて、検討会は、震度分布・津波高の推計などについて検討を進めてきたが、3 月 31 日に開催された第 15 回会合において、震度分布・津波高の推計結果が第一次報告としてとりまとめられた。

今後、検討会においては、津波による浸水域の推計や、地震の時間差発生、長周期地震動などについて検討を進めていく予定である。



第一次報告での「津波高さ」について

4. 津波高について

(1) 推計の考え方

津波を引き起こす断層のすべりは、震源断層面に一様に発生するのではなく、特定の領域が大きくすべる（この領域を「大すべり域」及び「超大すべり域」という。）ことで大きな津波が発生することが知られている。そのため、津波高を推計する津波断層モデルについては、平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震や世界の巨大地震の特徴等を踏まえて、大すべり域と超大すべり域を 11 ケース設定することとし、それぞれのケースについて、まずは、50m メッシュ単位で津波高を推計した（10m メッシュ単位の津波高は 4 月以降に推計）。防災対策の前提とすべき最大クラスの津波高は、これらの 11 ケースの津波高の最大値を重ね合わせることにした。

(2) 津波高の推計結果

防災対策を検討する基礎資料となる最大クラスの津波高は、添付資料④のとおりである。関東から四国・九州の太平洋沿岸等の極めて広い範囲で大きな津波が想定される。具体的には、

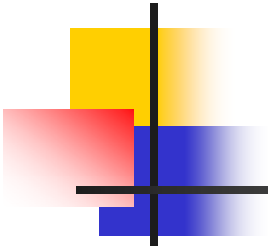
満潮位の津波高 10m 以上が想定される地域は、11 都県 90 市町村（2 県 10 市町）

満潮位の津波高 20m 以上が想定される地域は、6 都県 23 市町村（0）

となる。

注）（ ）内は、平成 15 年の中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」による東海・東南海・南海地震の津波高での自治体数

注）市町村数には、政令市の区を含む

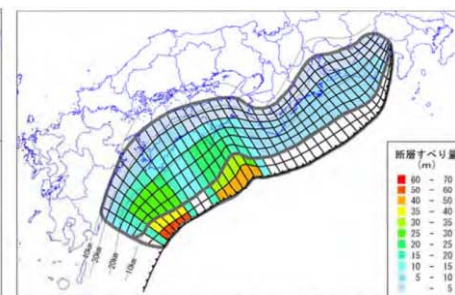
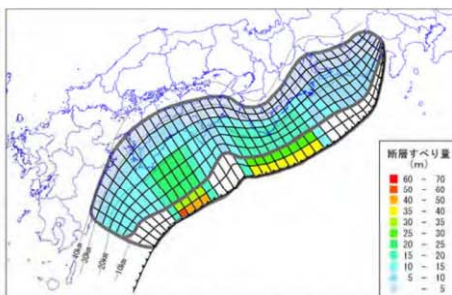
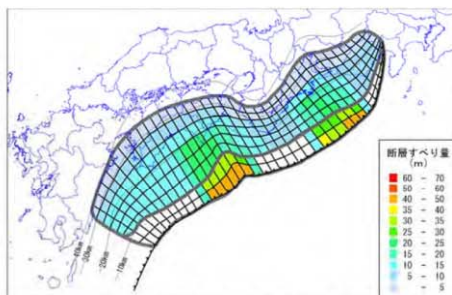
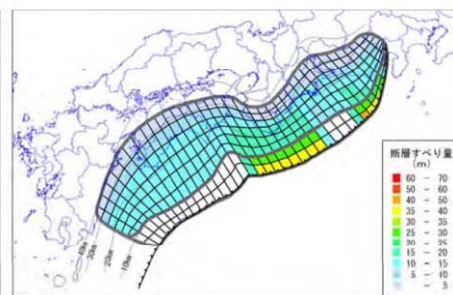
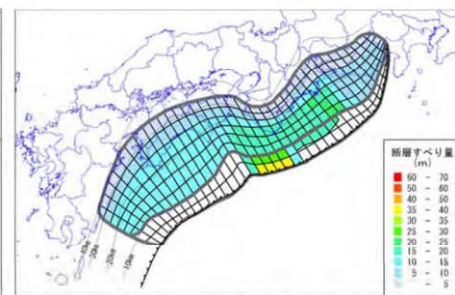
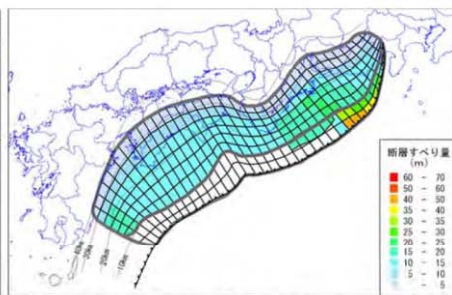
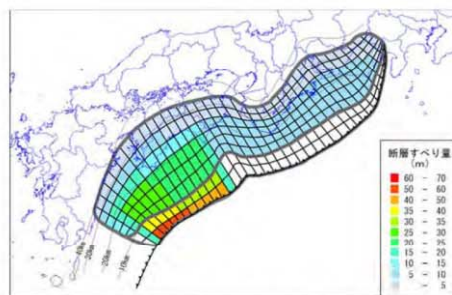
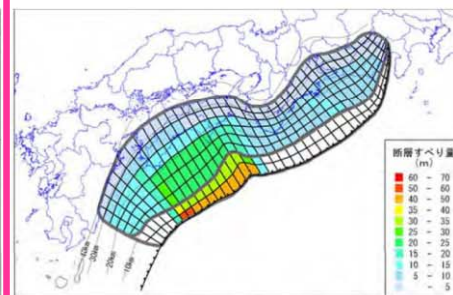
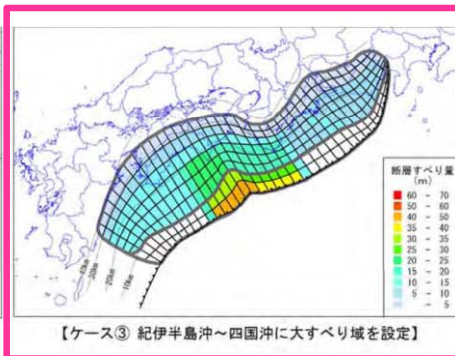
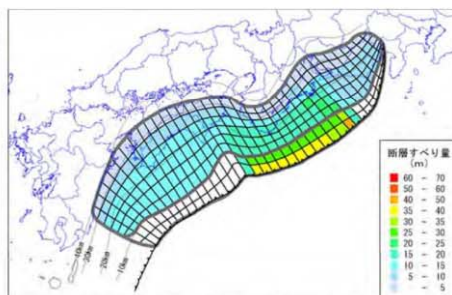
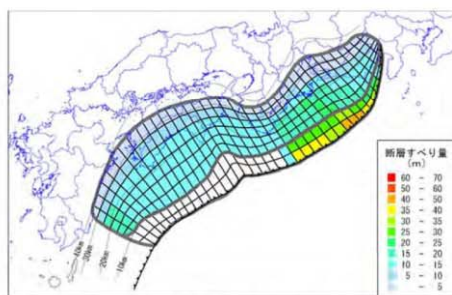


「津波高さ」推計時に用いた11ケース

- <大すべり域が1箇所のパターン【5ケース】>
 - ① 駿河湾～紀伊半島沖に大すべり域を設定
 - ② 紀伊半島沖に大すべり域を設定
 - ③ 紀伊半島沖～四国沖に大すべり域を設定
 - ④ 四国沖に大すべり域を設定
 - ⑤ 四国沖～九州沖に大すべり域を設定
- <分岐断層も考えるパターン【2ケース】>
 - ⑥ 駿河湾～紀伊半島沖に大すべり域＋分岐断層
 - ⑦ 紀伊半島沖に大すべり域＋分岐断層
- <大すべり域が2箇所のパターン【4ケース】>
 - ⑧ 「駿河湾～愛知県東部沖」と「三重県南部沖～徳島県沖」に大すべり域を設定
 - ⑨ 「愛知県沖～三重県沖」と「室戸岬沖」に大すべり域を設定
 - ⑩ 「三重県南部沖～徳島県沖」と「足摺岬沖」に大すべり域を設定
 - ⑪ 「室戸岬沖」と「日向灘」に大すべり域を設定

1 1 ケースの津波断層モデルのすべり量の設定

津波断層モデルのすべり量の設定



津波断層モデル：ケース③

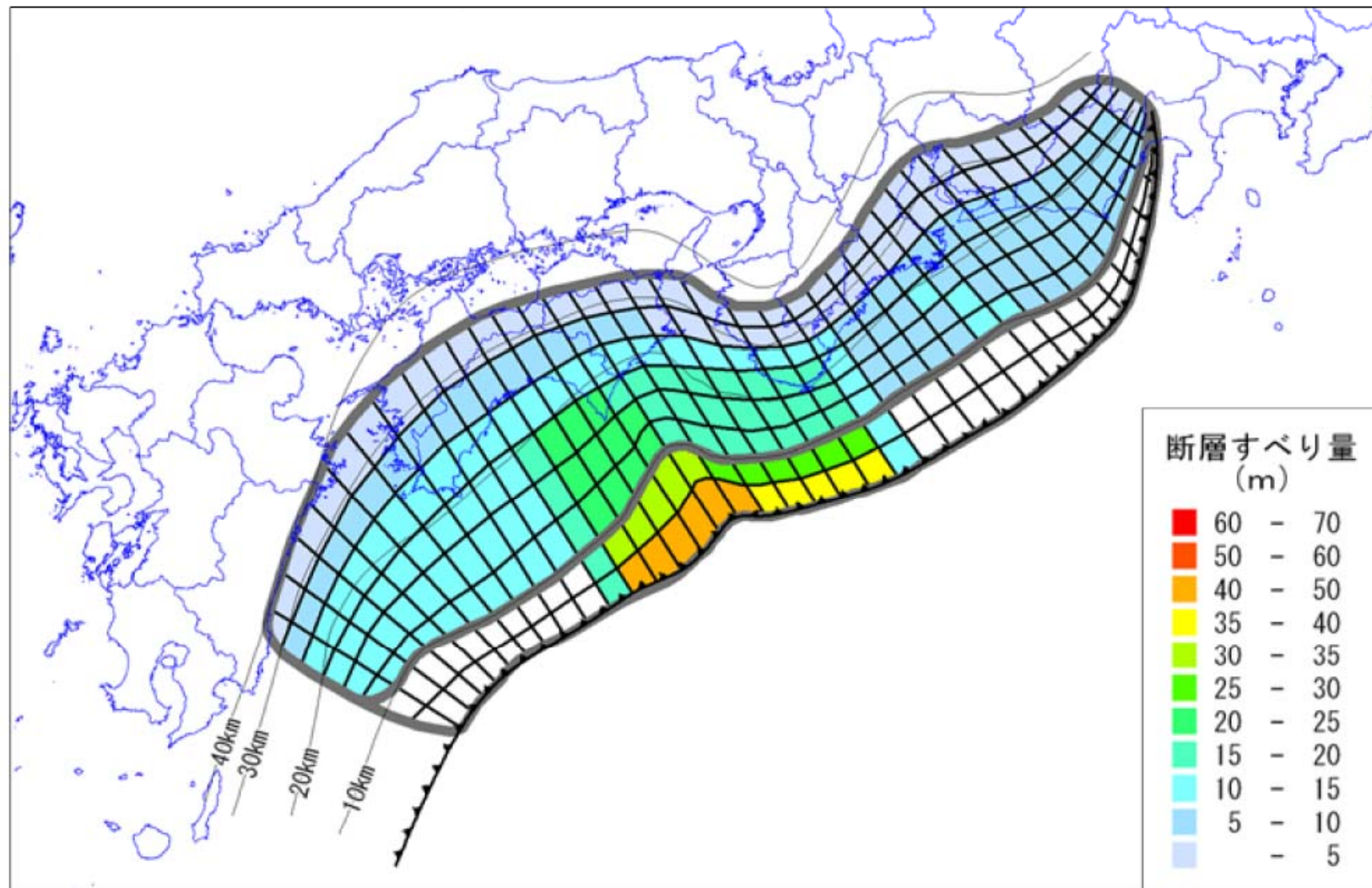


図4.8.1 津波断層モデル
【ケース③ 「紀伊半島沖～四国沖」に大すべり域を設定】

津波の高さ（満潮時）：ケース③

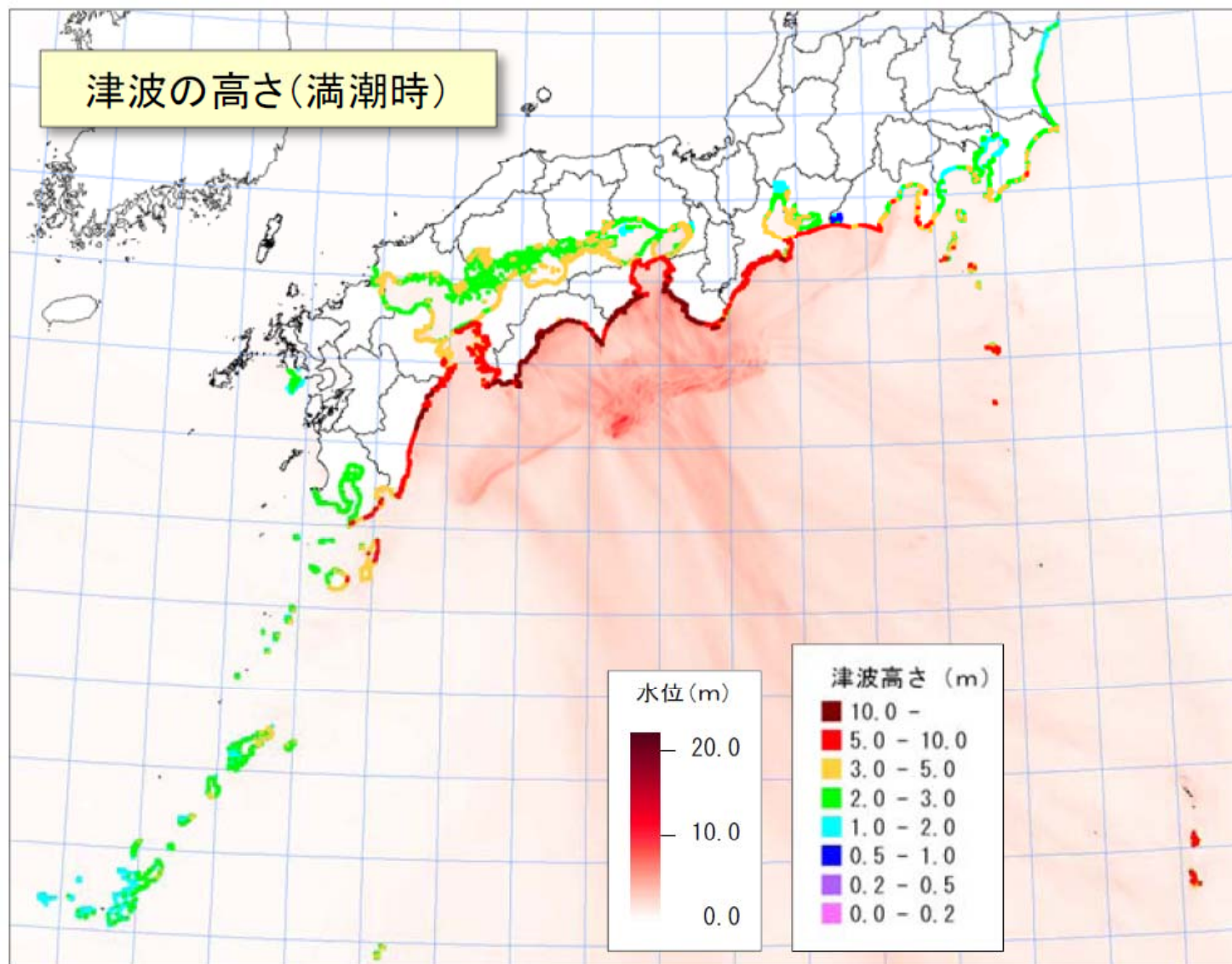
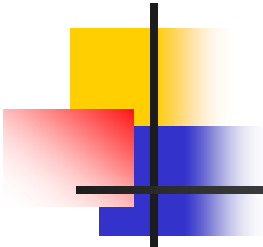


図4.8.4 津波の高さ（満潮時）

【ケース③ 「紀伊半島沖～四国沖」に大すべり域を設定】



都道府県別の最大津波高さ（満潮位時）：全ケース

都道府県別ケース別 最大津波高(満潮位時)

都道府県名	最大クラス	中防(2003)
	(m)	(m)
茨城県	3.7	1.7
千葉県	9.3	4.0
東京都(区部)	2.3	1.6
東京都(島嶼部)	29.7	9.7
神奈川県	9.2	3.2
静岡県	25.3	8.8
愛知県	20.5	7.9
三重県	24.9	9.2
大阪府	4.0	3.2
兵庫県	9.0	4.7
和歌山県	18.3	9.5
岡山県	3.7	3.4
広島県	3.6	4.0
山口県	3.9	3.1
徳島県	20.3	10.7
香川県	4.6	3.7
愛媛県	17.3	5.3
高知県	34.4	17.0
福岡県	3.4	2.7
大分県	14.4	5.9
宮崎県	15.8	5.7
鹿児島県	12.9	4.0
沖縄県	4.1	—
全域	34.4	17.0

海岸の津波高さグラフ（満潮時）①：全ケース

津波の高さグラフ（満潮時）

海岸における津波の水位の最大値分布（1）

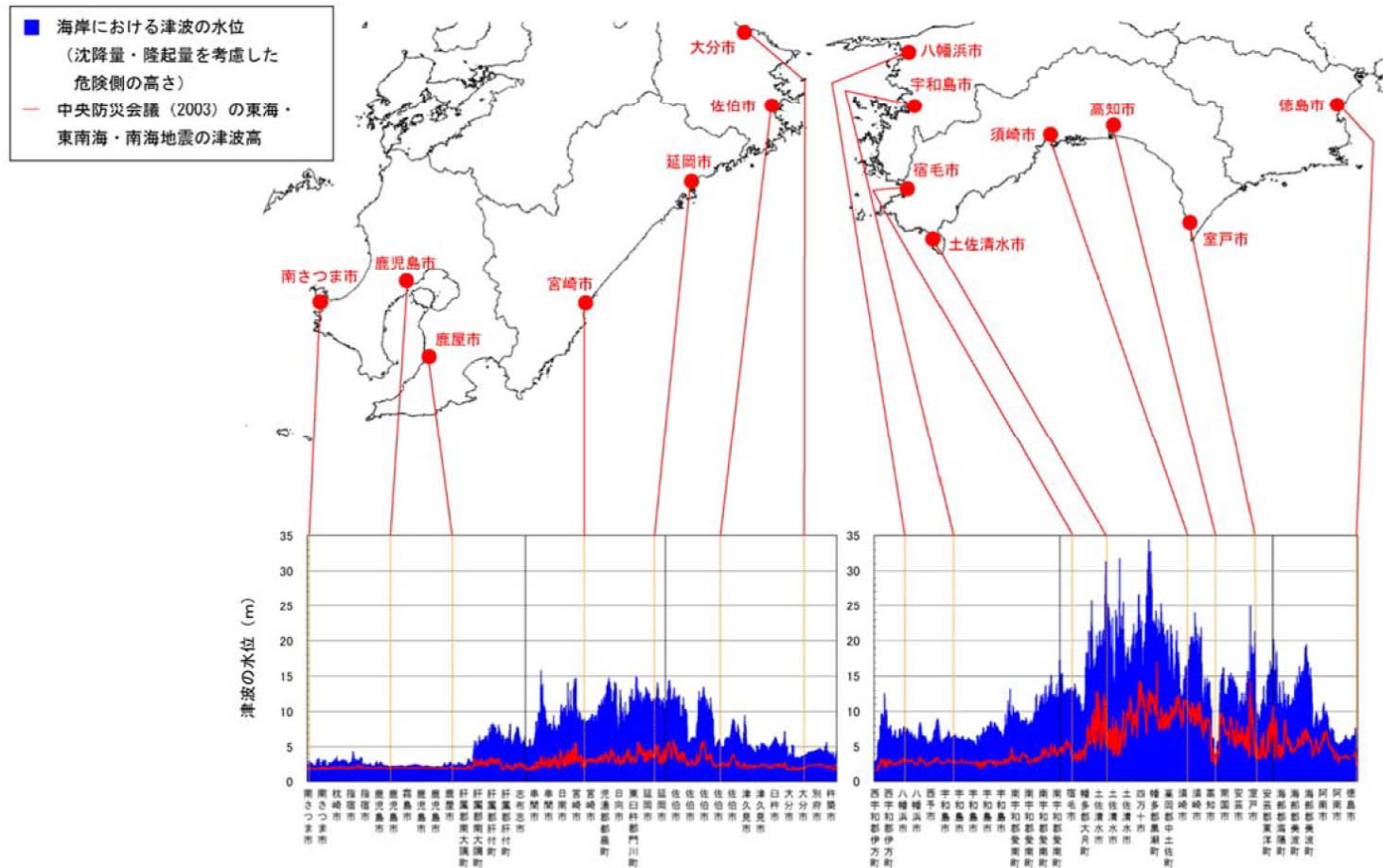


図5.3.1 海岸の津波高さグラフ（満潮時）（1）
【最大クラスの津波（各断層パターンの最大）】

海岸の津波高さグラフ（満潮時）②：全ケース

津波の高さグラフ(満潮時)

海岸における津波の高さの最大値分布 (2)

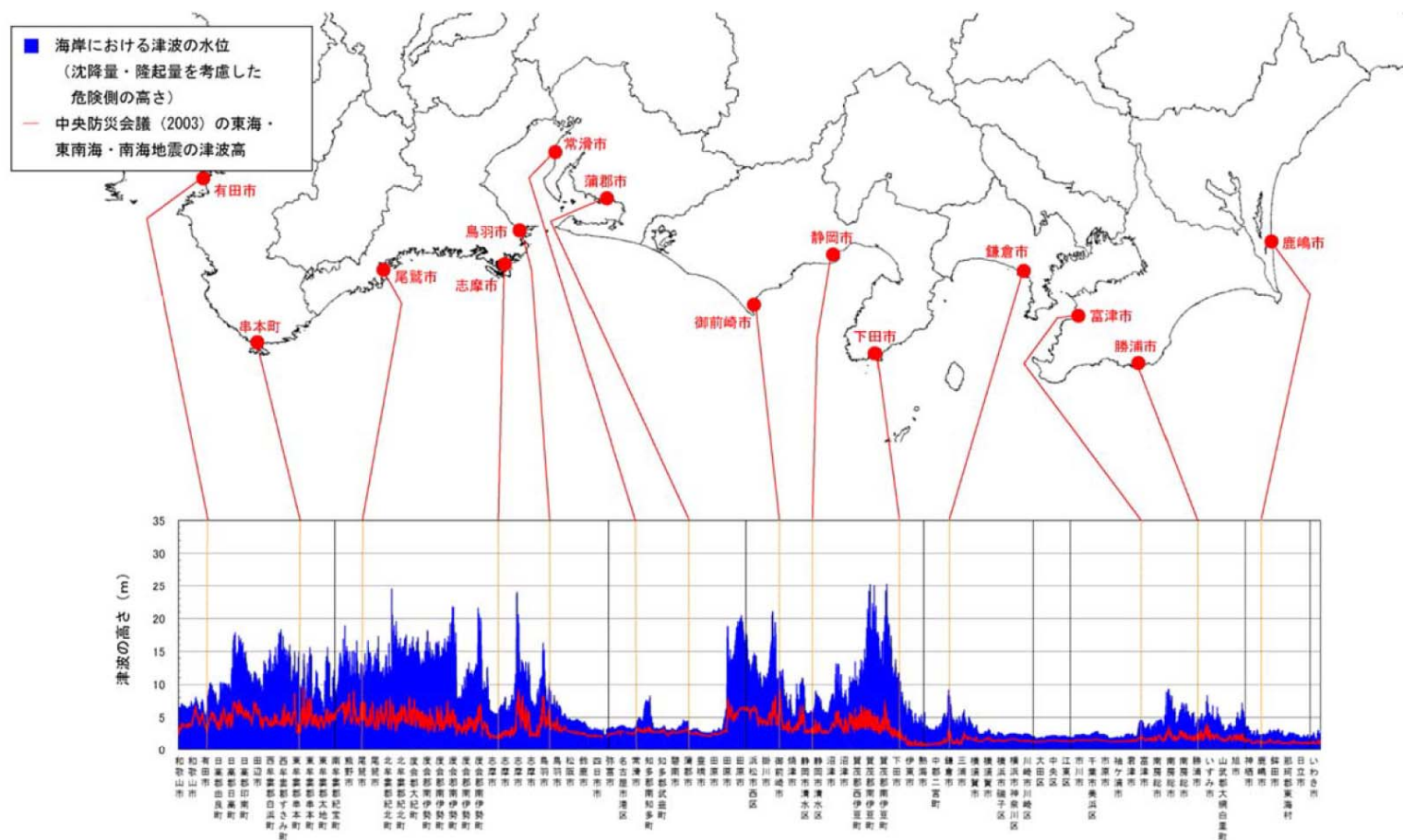


図5.3.2 海岸の津波高さグラフ（満潮時）（2）
【最大クラスの津波（各断層パターンの最大）】

海岸の津波高さグラフ（満潮時）③：全ケース

津波の高さグラフ（満潮時）

海岸における津波の水位の最大値分布（3）

- 海岸における津波の水位
（沈降量・隆起量を考慮した
危険側の高さ）
- 中央防災会議（2003）の東海・
東南海・南海地震の津波高

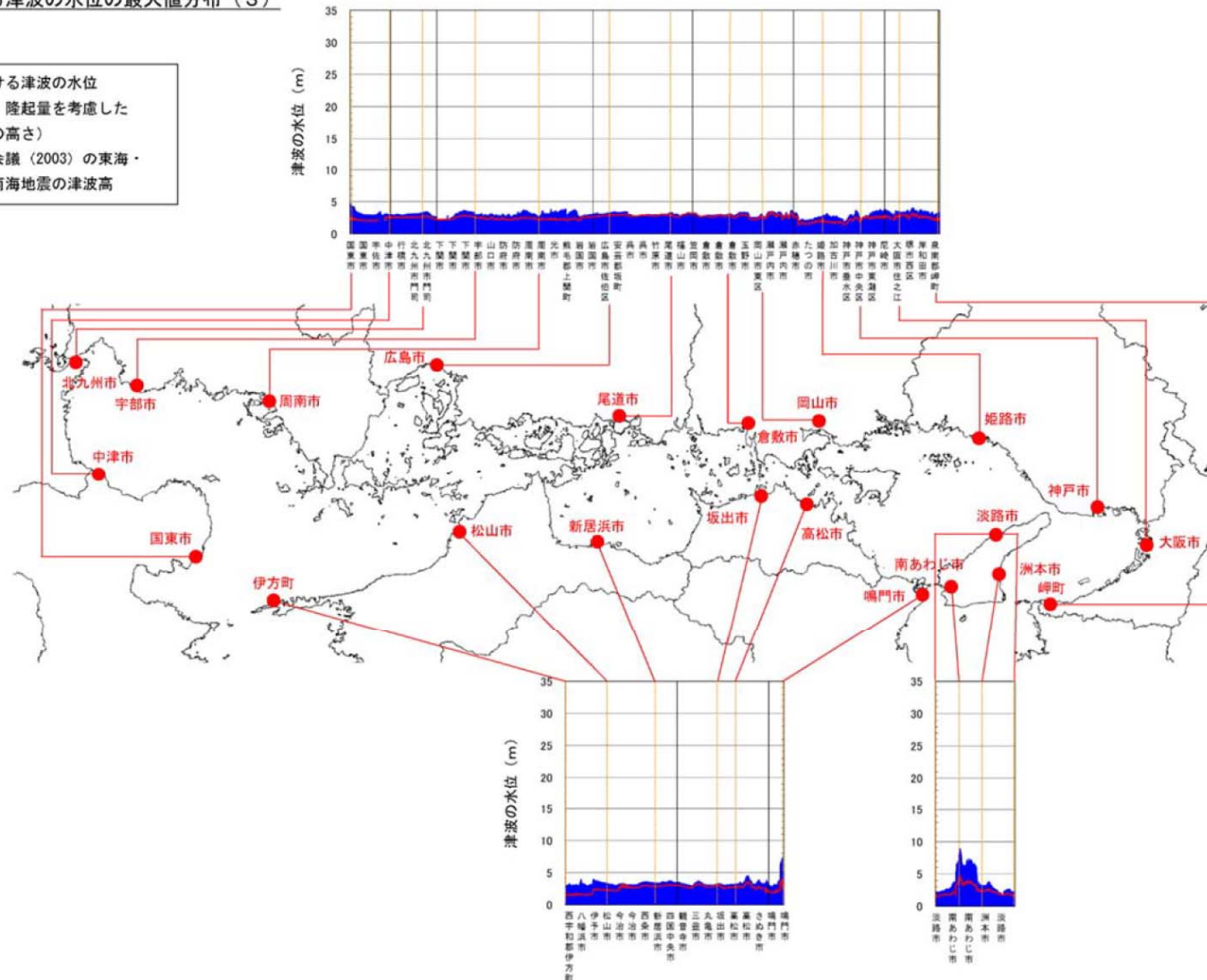


図5.3.3 海岸の津波高さグラフ（満潮時）（3）
【最大クラスの津波（各断層パターンの最大）】

各行政庁の対応：（例）大阪市危機管理室の見解

平成 24 年 4 月
危機管理室

内閣府による東南海・南海地震等の震度分布・津波高さの公表について

- ・ 今回推計された震度分布・津波高は、広範囲の領域を捉えた防災対策の参考とするために推計されたものであり、今後実施される詳細な浸水域や被害想定を検討において、改めて検証した結果、修正されることがあるとされている。（大阪市における内容は、別紙のとおり）
- ・ 大阪市としては、より詳細な地震・液状化、津波のシミュレーションを府と共同で今年度実施し、本市における人的・物的被害の想定を行い、「地域防災計画」の改訂に着手するとともに、住民等の避難を軸とした総合的な津波対策（津波避難ビルの確保や自主防災活動の支援など）を進めていく。

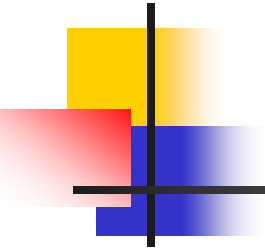
◆ 津波高さ

	H24. 3. 31 内閣府発表 [海岸付近の最大値] (A)	本市従来想定		< >内の A/B	海岸付近の 堤防高さ
		[海岸付近最大値] (B)	[各区最大値 (参考)]		
此花区	TP+3. 8m (OP+5. 1m) <3. 0m>	TP+2. 8m (OP+4. 1m) <2. 0m>	TP+3. 0m (OP+4. 3m) <2. 2m>	1. 50	OP+6. 2m~8. 0m
港区	TP+3. 4m (OP+4. 7m) <2. 6m>	TP+3. 2m (OP+4. 5m) <2. 4m>	TP+3. 3m (OP+4. 6m) <2. 5m>	1. 08	OP+5. 7m~7. 2m
大正区	TP+3. 2m (OP+4. 5m) <2. 4m>	TP+3. 2m (OP+4. 5m) <2. 4m>	TP+3. 7m (OP+5. 0m) <2. 9m>	1. 00	OP+5. 7m~6. 6m
西淀川区	TP+3. 8m (OP+5. 1m) <3. 0m>	TP+2. 8m (OP+4. 1m) <2. 0m>	TP+3. 0m (OP+4. 3m) <2. 2m>	1. 50	OP+7. 6m~8. 1m
住之江区	TP+3. 8m (OP+5. 1m) <3. 0m>	TP+3. 2m (OP+4. 5m) <2. 4m>	TP+3. 5m (OP+4. 8m) <2. 7m>	1. 25	OP+5. 7m~6. 6m

※ OP 表示の潮位は、大阪市の満潮位 OP+2.1m を設定。< >内は満潮位からの高さ。

※ 海岸に面している地区のみを公表。ただし想定場所は不明。

※ 内閣府発表と本市従来想定の場合は必ずしも同じではない。

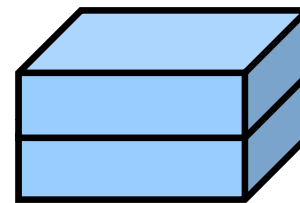
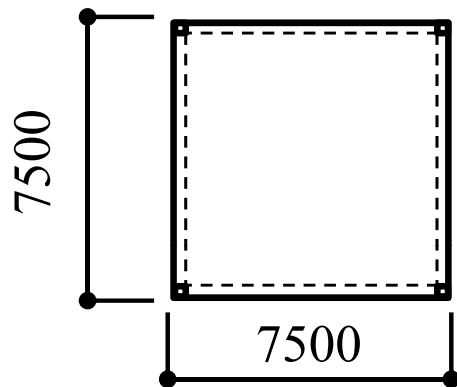


⑤津波に対する検討例

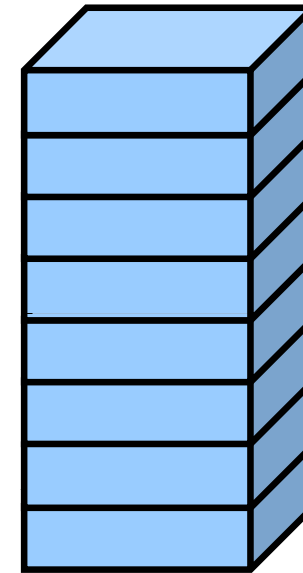
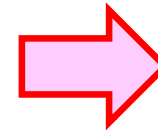
地震力と津波波力の比較試算（試算条件）

階高：全階 3.0m

建物重量：13kN/m²



2階建 (H=6.0m)



8階建 (H=24.0m)

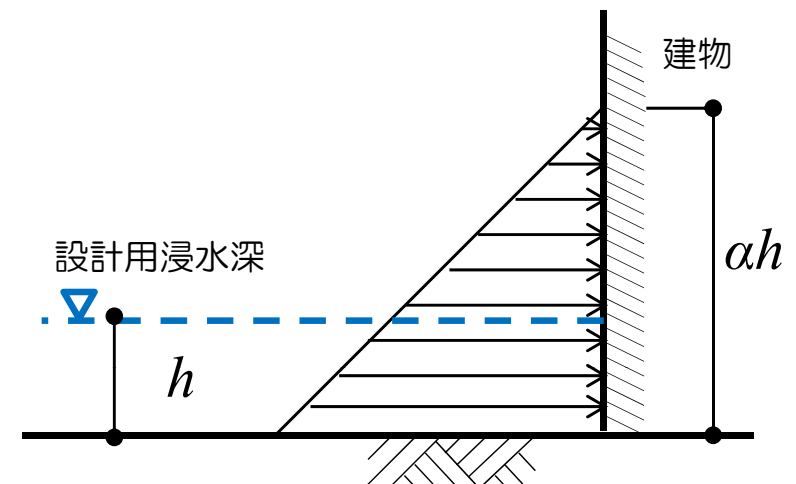
$$Q_z = \rho g \int_{z_1}^{z_2} (ah - z) B dz$$

設計用浸水深： $h = 1.0\text{m}, 2.0\text{m}, 3.0\text{m}$

設計用浸水深： $h = 3.0\text{m}, 6.0\text{m}, 9.0\text{m}$

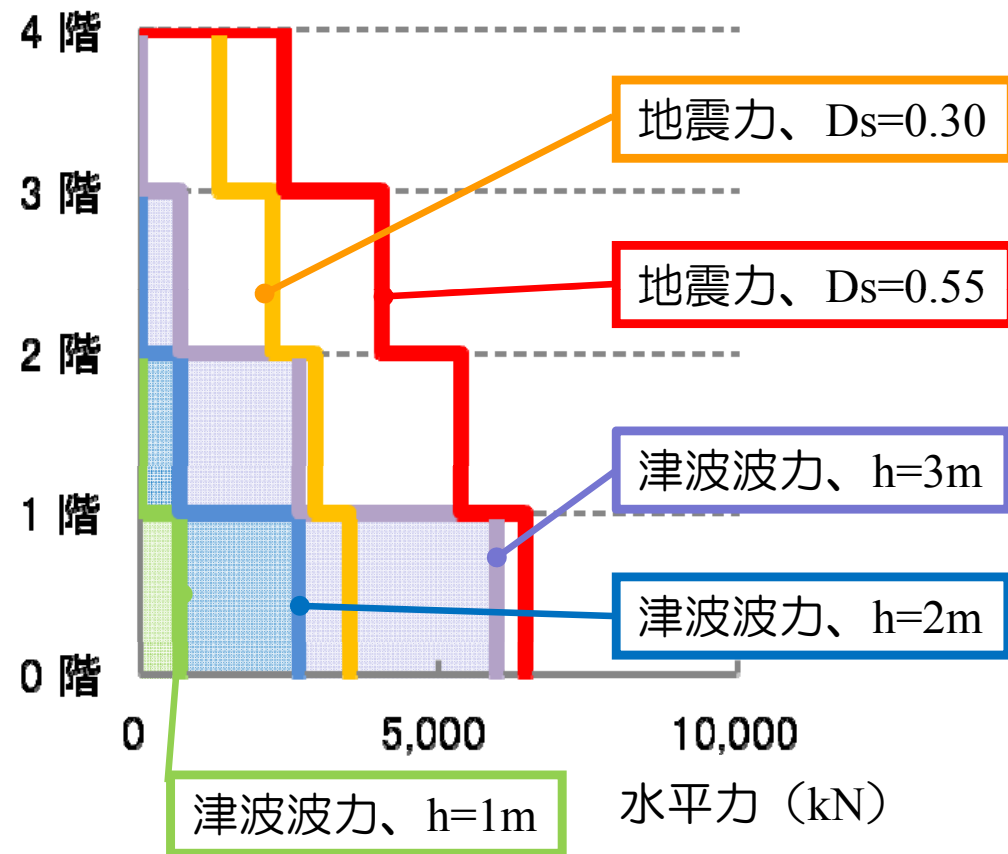
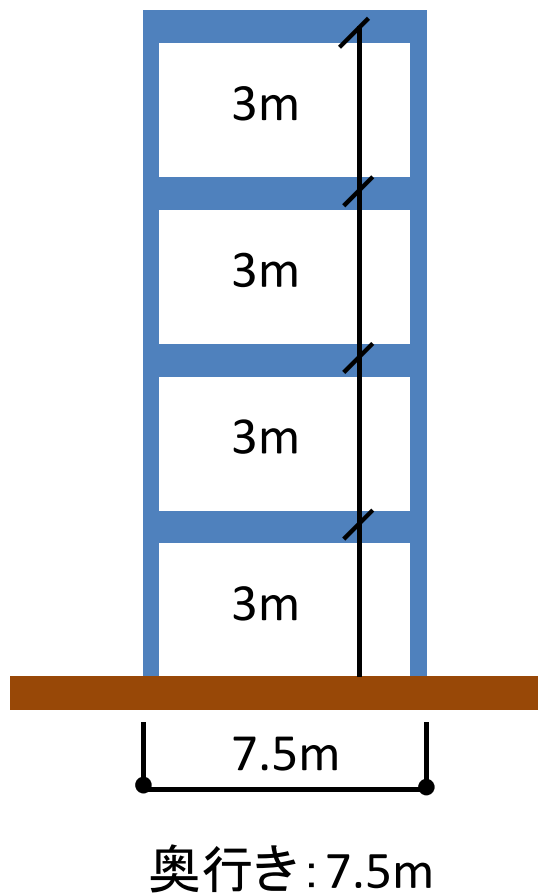
水深係数： $\alpha = 3.0, 2.0, 1.5$

津波上限高さ： $\alpha h = 4.5\text{m} \sim 27.0\text{m}$



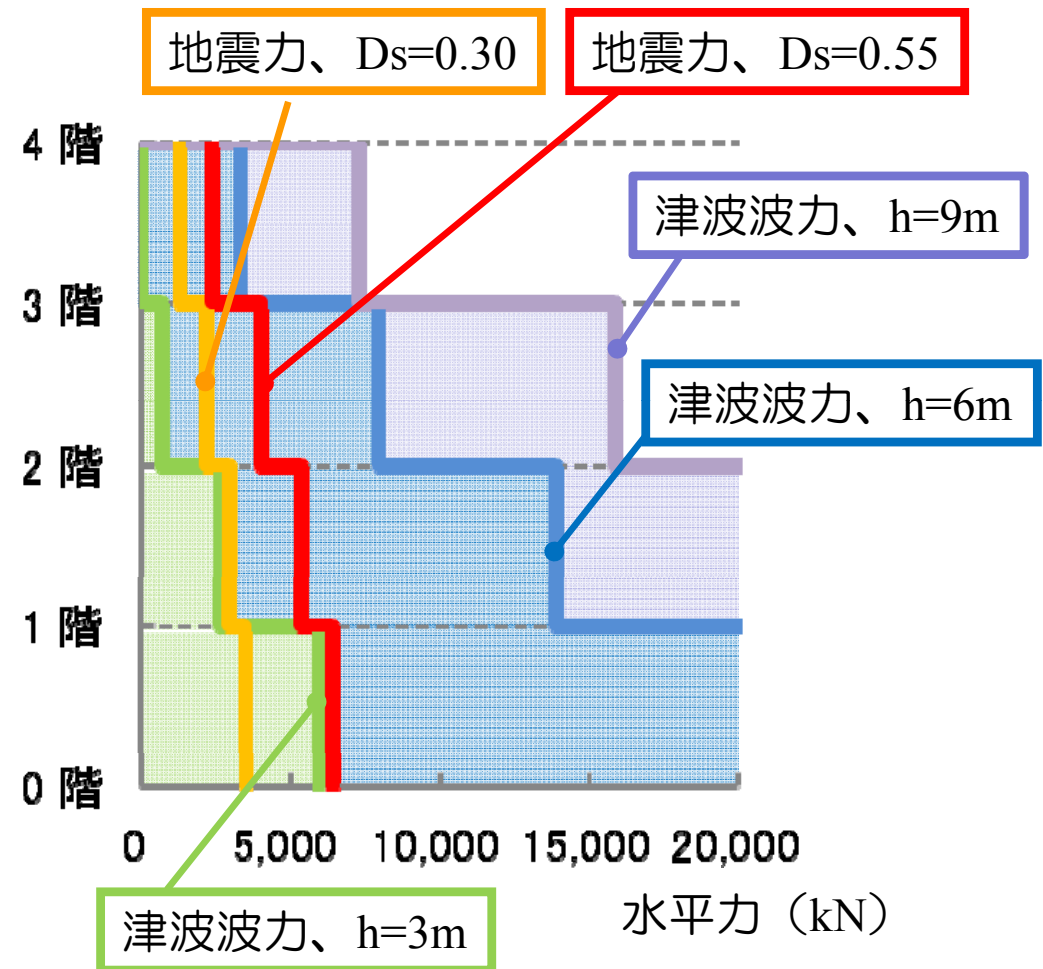
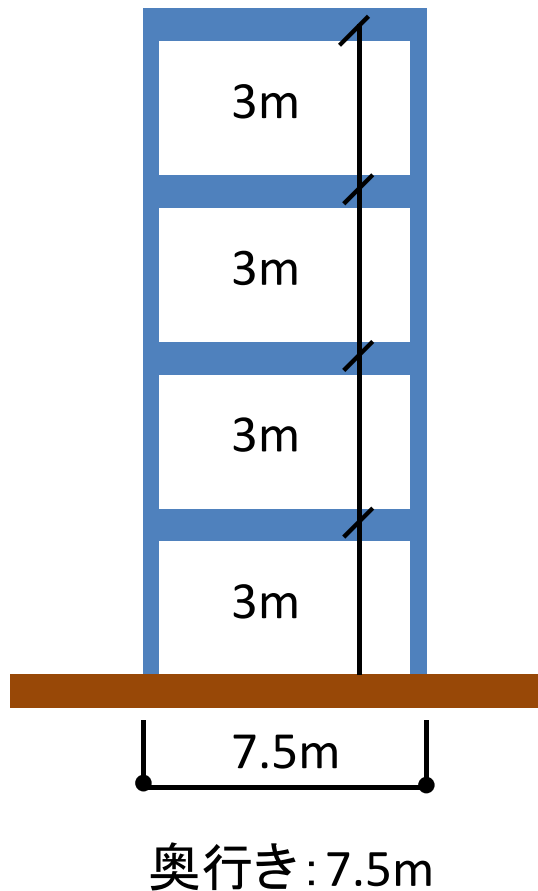
地震力と津波波力の比較計算（１）

同一建物を浸水深により比較



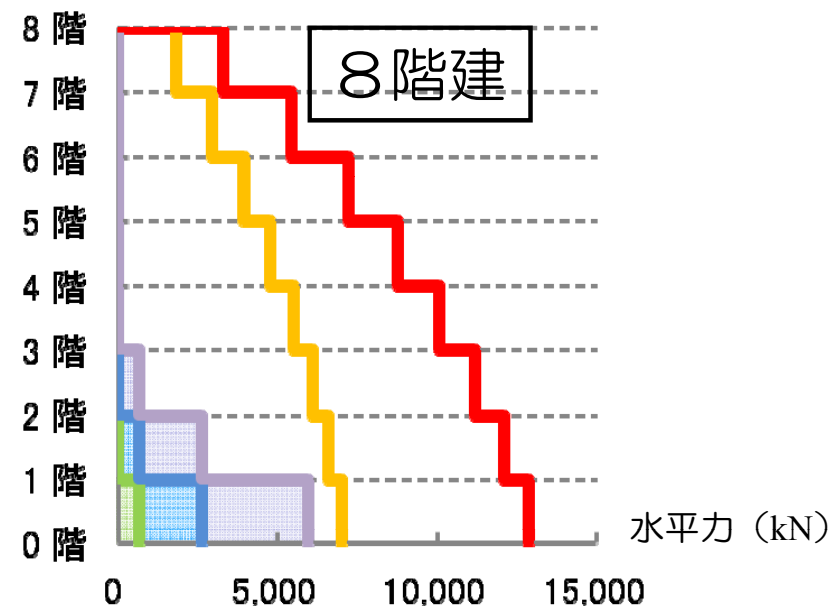
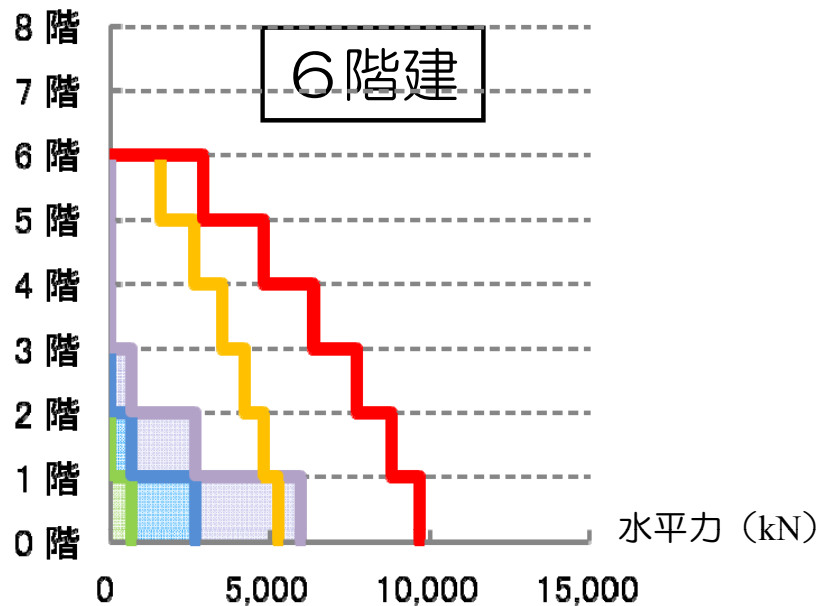
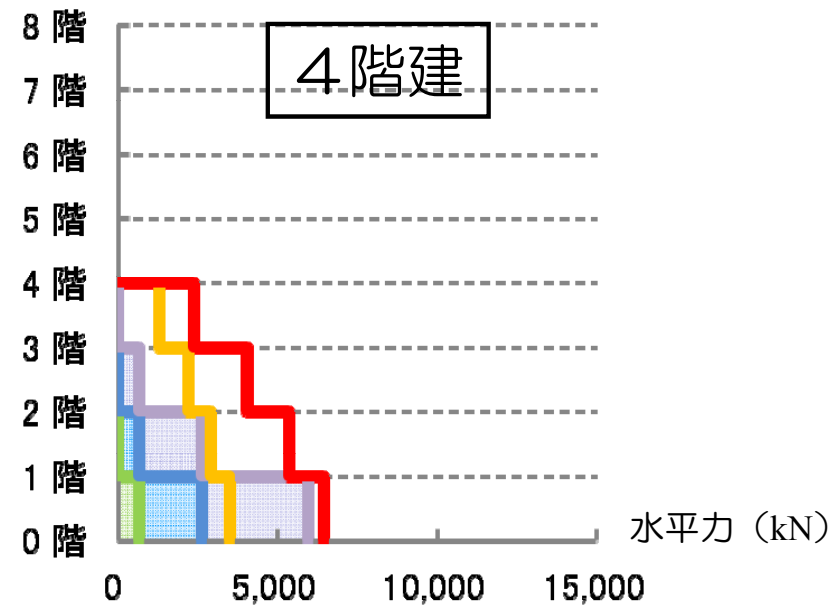
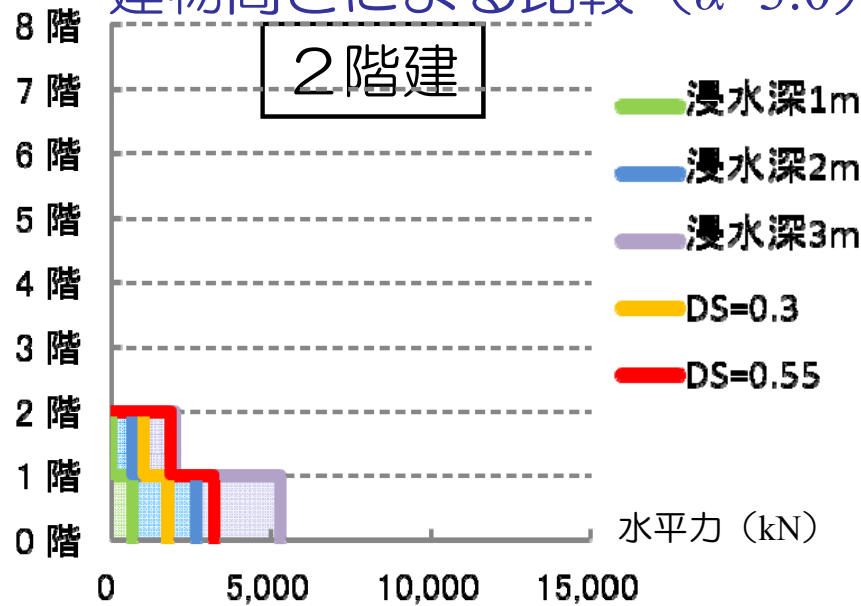
地震力と津波波力の比較計算（2）

同一建物を浸水深により比較



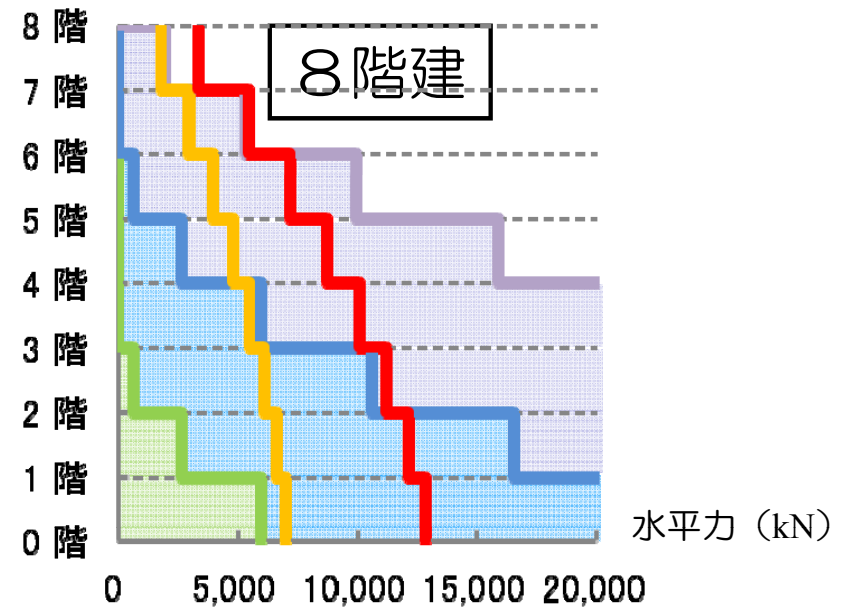
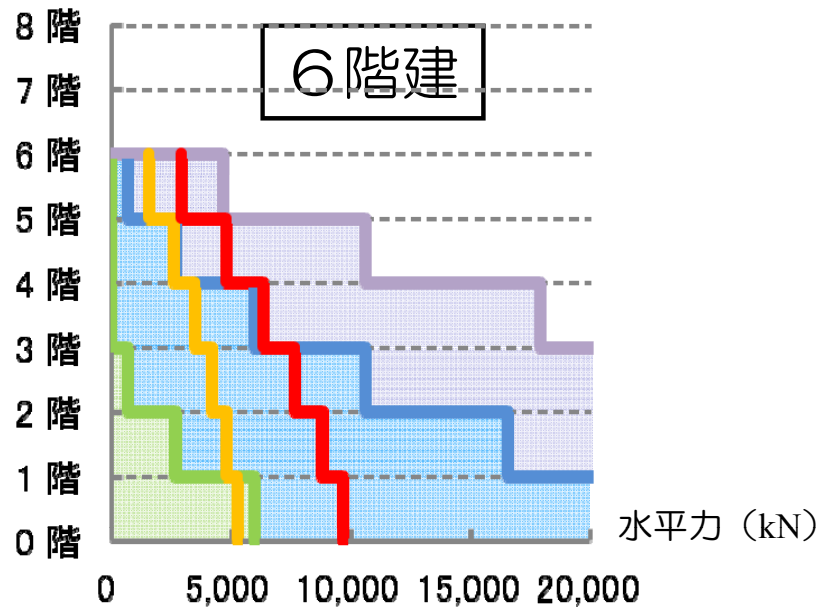
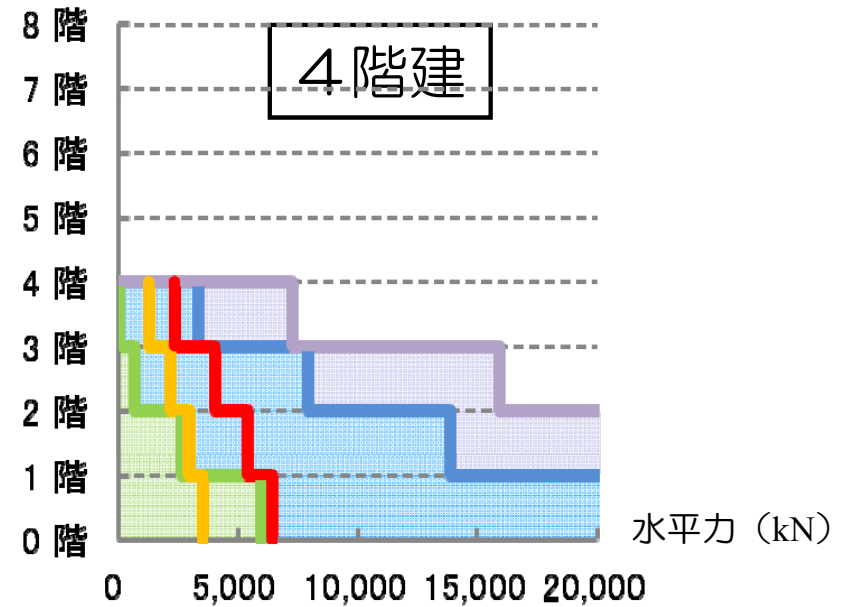
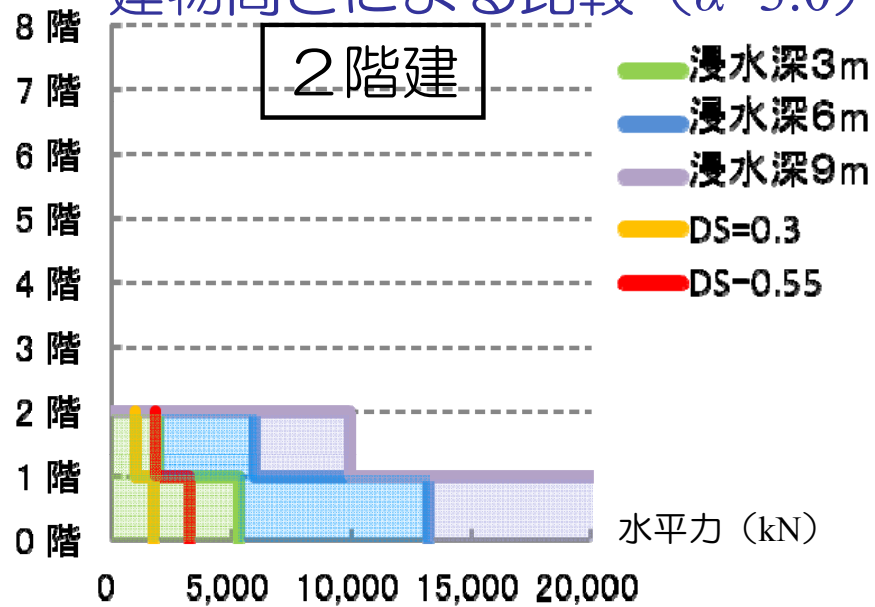
地震力と津波波力の比較計算（3）

建物高さによる比較（ $\alpha=3.0$ ）



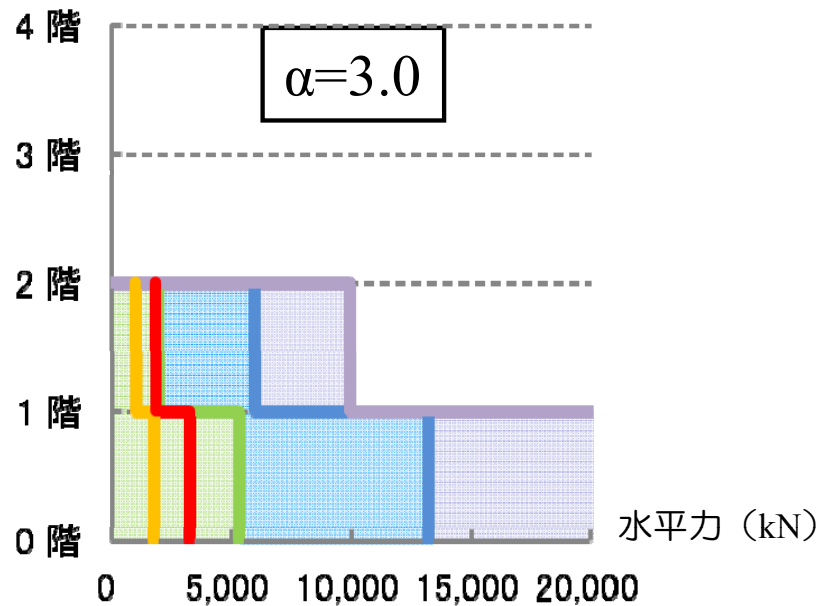
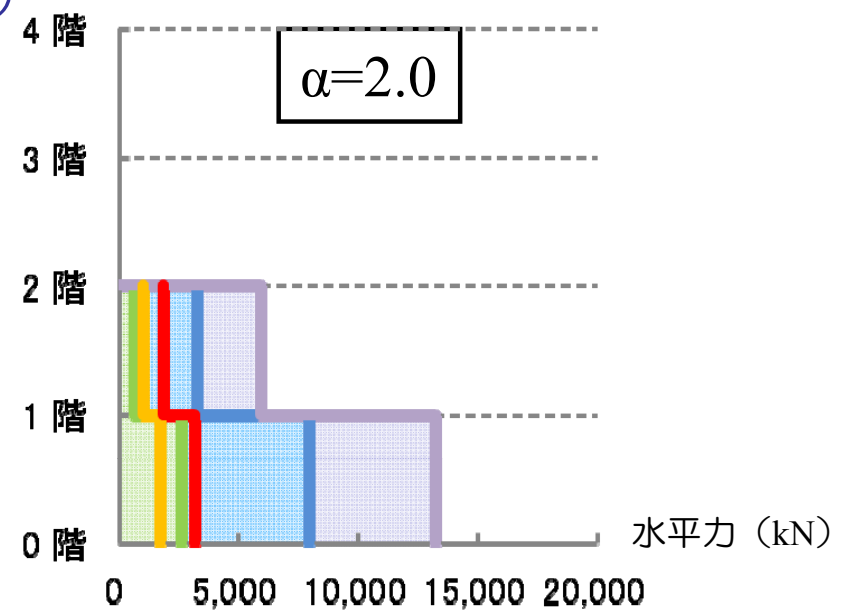
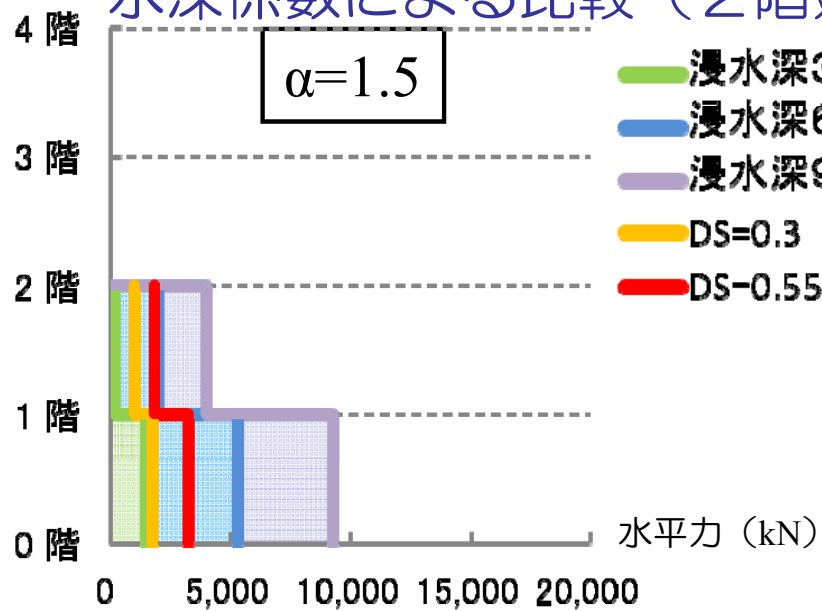
地震力と津波波力の比較計算（４）

建物高さによる比較（ $\alpha=3.0$ ）



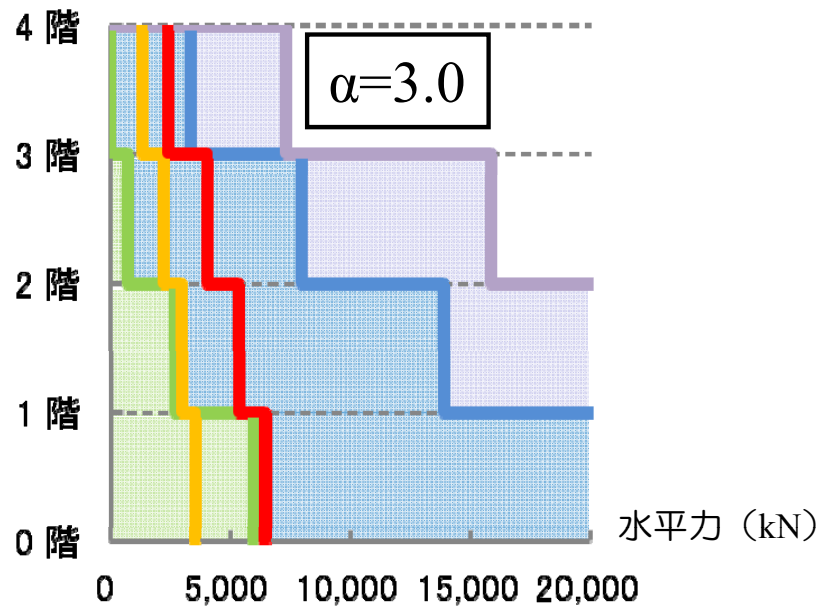
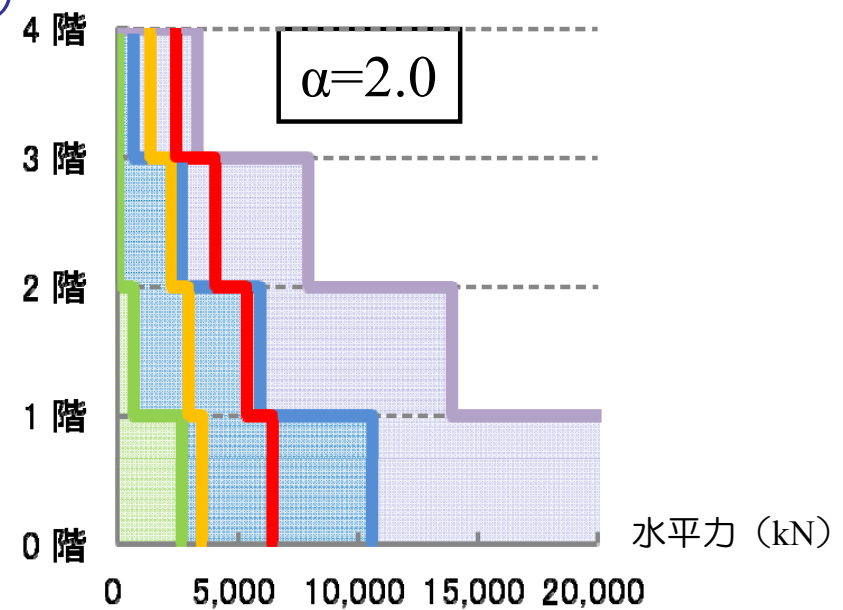
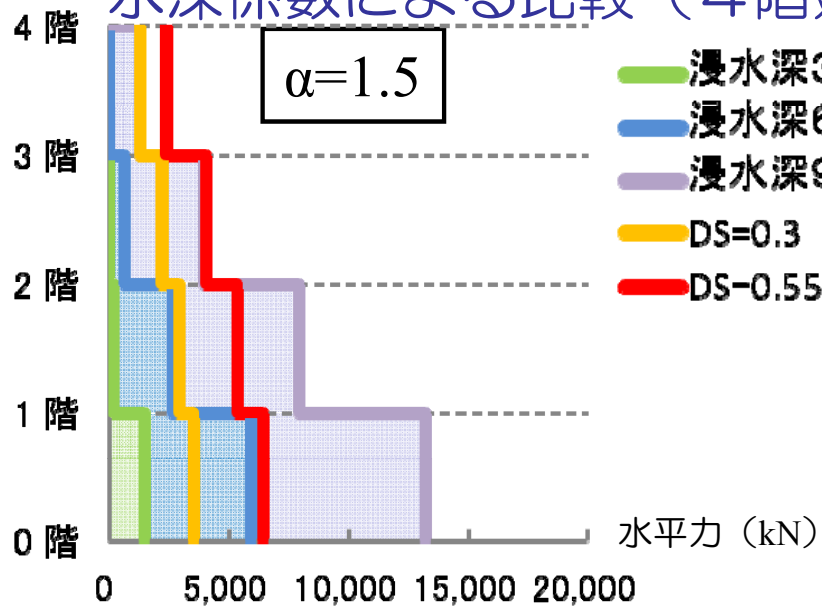
地震力と津波波力の比較計算（5）

水深係数による比較（2階建）



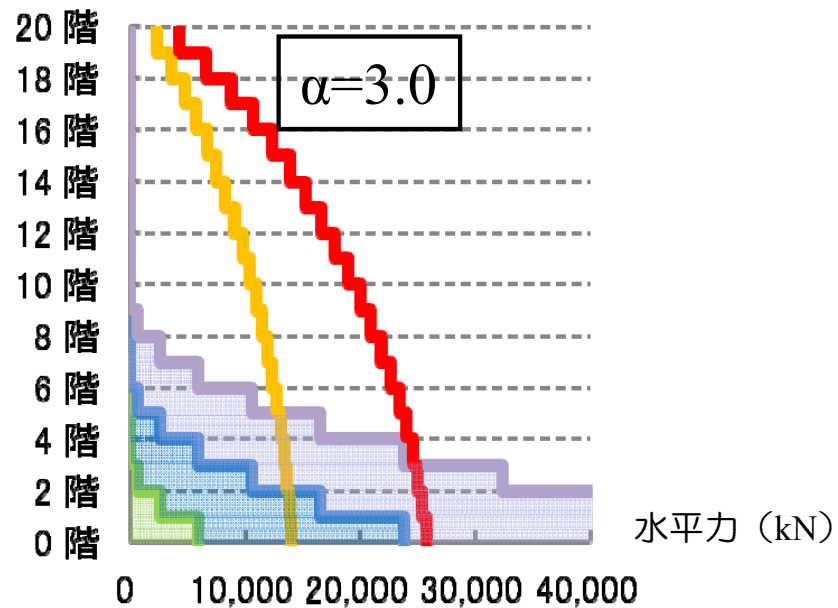
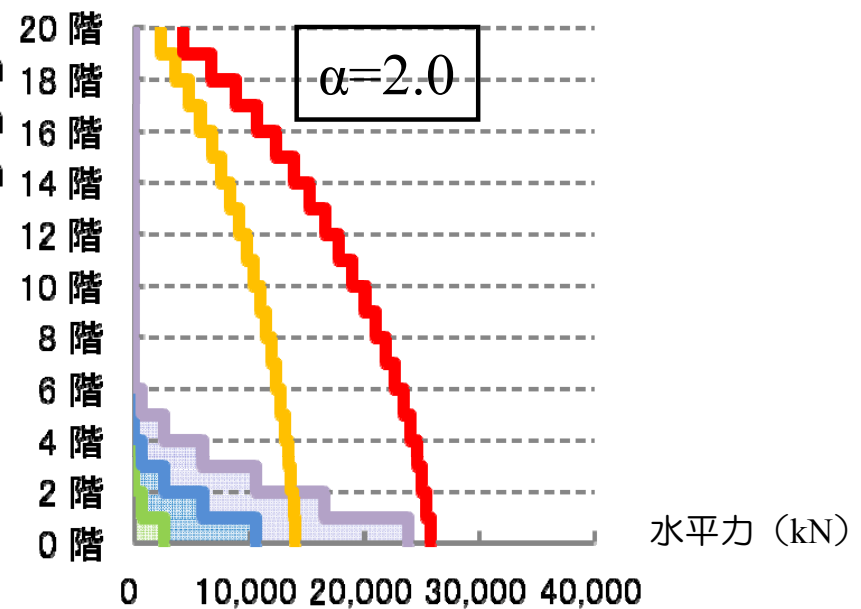
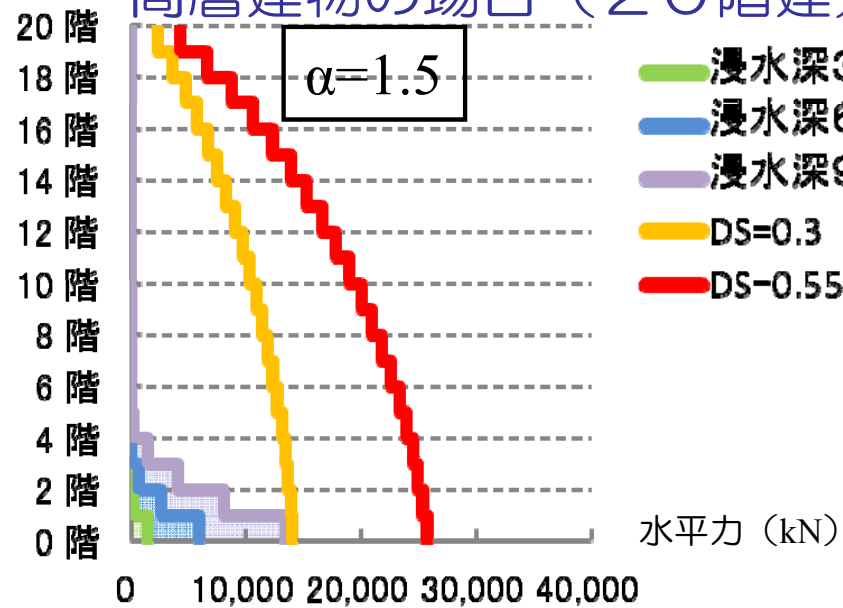
地震力と津波波力の比較計算（6）

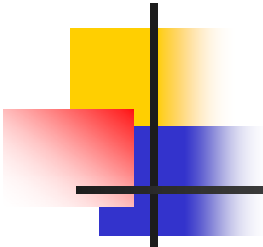
水深係数による比較（4階建）



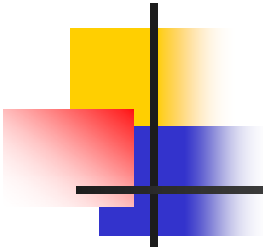
地震力と津波波力の比較計算（7）

高層建物の場合（20階建）





⑥構造設計者は津波に
対していかに対応するか



構造設計者は津波に対していかに対応するか（私見）

- 顧客（建築主）や一般の人に、「津波が来たらこの建物どうなるの？」と聞かれても、ある程度答えることができるだけの津波に関する知識（法的扱い、津波波力の算定法、津波に対する設計法、等）を身につけておく。
- 津波による災害危険区域の建物の設計を行う場合、人命を守るために、津波波力に対する十分な耐力確保、津波波力に対する構造計画を行う必要がある。