

平成 23 年度 建築基準整備促進事業

「40. 津波危険地域における建築基準等の整備に資する検討」

中間報告書

平成 23 年 7 月

東京大学生産技術研究所

目次

1. 調査・検討目的	.....	1
2. 調査・検討体制、方法	.....	1
3. 調査・検討結果(中間報告)	.....	1
4. 今後の課題	.....	11
参考資料	.....	15
(1) 委員会構成		
(2) 検討対象構造物の被害状況表		

1. 調査・検討目的

本調査研究における主な調査・検討目的は以下のとおりである。

- ・東日本大震災における津波被害地域での被害調査を基に津波避難ビル等構造設計法及び立地条件等の見直しの必要性とその内容を検討する。
- ・以上の成果を基に津波危険地域における建築制限のあり方に関する技術的整理を行う。

2. 調査・検討体制、方法

2.1 調査・検討体制

本検討は東京大学生産技術研究所と独立行政法人建築研究所の共同研究として行う。なお、「津波避難ビル等の構造設計法等の検討委員会（委員長：中埜良昭）」を耐震改修支援センター（財）日本建築防災協会）内に設置し、構造設計 WG、避難計画 WG、建築制限 WG を設けそれぞれにおいて詳細な検討を行う。参考資料（1）に委員会構成を示す。

2.2 調査・検討方針

津波被害地域における被害調査報告等の収集及び現地調査を行い、被害を受けた建築物等の計測浸水深と建築物の諸元、被害状況等を把握した上で、それらの調査結果を基に、内閣府の「津波避難ビル等に係るガイドライン」（以下、ガイドラインと呼ぶ）¹⁾において参照されている（財）日本建築センターの自主研究に示された津波避難ビルの構造設計法等^{2,3)}について、妥当性の検証及び見直しの必要な項目・内容の検討を行う。また、津波避難ビルの位置的要件、避難活用の際の留意点などについても、被害調査等に基づき検討を行う。更に、上記検討の成果をもとに、津波危険地域における安全性に配慮した建築制限のあり方に関する技術的整理を行う。

3. 調査・検討結果（中間報告）

構造設計 WG、避難計画 WG、建築制限 WG 毎に得られた成果を以下にまとめる。骨子は次のとおりである。

- ・構造設計 WG においては、津波被害地域における構造物の調査結果をもとに津波波圧算定式の妥当性を検討することとした。具体的には、津波荷重と被害形態・程度の対応関係を整理した。今後さらに設計用津波荷重算定式の検討を進めることとしている。
- ・避難計画 WG においては、津波被害地域における津波避難ビルに関する調査結果をもとに、その有効性の検証等を行った。今後さらに、設計上の配慮事項等について検討することとしている。
- ・建築制限 WG においては、建築基準法第 39 条の適用を前提とした建築制限のあり方につ

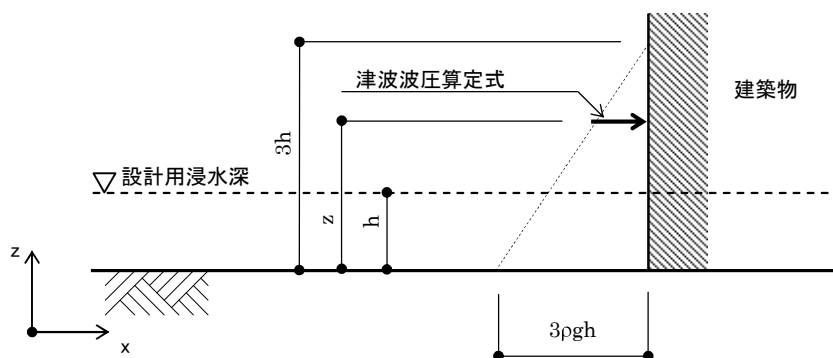
いて整理を行った。今後さらに、構造設計WG及び避難計画WGの成果も踏まえ検討を進めることとしている。

なお、本中間報告は、東日本大震災における津波被害を対象に、現時点における限られたデータに基づき、一定の仮定に基づく分析（解釈）を試みたものであり、設計要件・数値等の具体的提案については引き続き検討を要する。以下に各WGの調査・検討結果をまとめる。

3. 1 構造設計WG

3. 1. 1 調査概要

東日本大震災の津波被害地域において、約 230 の塀や堤防等の比較的単純な工作物と建築物に関する被害調査を行い、その中から 96 の調査結果を対象に津波波圧算定式の妥当性を検討した。検討は、図 3.1 に示すガイドラインで参照されている津波波圧算定式^{2,3)}の設計用浸水深 h に対する倍率 3 の検証に着目して行った。表 3.1 に検討対象とした構造物の内訳を示し、主な被害調査地域と被害状況写真例を図 3.2 に示す。



$$\text{津波波圧算定式： } q_x = \rho g(3h - z)$$

q_x : 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 ($0 \leq z \leq 3h$) (m)

図 3.1 ガイドラインで参照される津波波圧算定式

・調査地域

青森県：三沢市、八戸市

岩手県：久慈市、洋野町、野田村、普代村、田野畑村、岩泉町、田老町、宮古市、
山田町、大槌町、釜石市、大船渡市、陸前高田市

宮城県：気仙沼市、南三陸町、女川町、石巻市、東松島市、松島町、塩竈市、多賀城市、
仙台市、名取市、岩沼市、亶理町、山元町

福島県：相馬市

表 3.1 検討対象構造物の内訳

比較的単純な工作物	被害なし	軽微な損傷	崩壊・転倒	合計
	9	2	33	44
建築物	残存	崩壊	転倒	合計
	36	7	9	52



図 3.2 調査地域と被害状況写真例

3. 1. 2 結果概要

(1) 比較的単純な工作物および鉄筋コンクリート造 (RC 造) 建築物

比較的単純な工作物 44 件および RC 造建築物 34 棟の両者について、津波荷重と被害形態・程度に対応関係を検討すべく、図 3.3 に、縦軸に計測浸水深 η_m 、横軸に構造物耐力相当時の浸水深^{※1} $a\eta_m$ を計測浸水深 η_m で除した比として定義した水深係数 a をとってまとめた。ここで建築物は崩壊または残存した物を対象とし、転倒した物は含まない。

計測浸水深は、三陸地方においては対象構造物あるいはその周辺で計測された津波の痕跡深さの最大値^{※2} と定義した。仙台平野においては、構造物前面の津波の痕跡が背面もしくは側面に比べ高い位置に見られたため、背面もしくは側面で計測された津波の痕跡深さを計測浸水深と定義した。

なお、図中の○と◇印は被害のない工作物と残存する建築物で、×と*印は崩壊した工作物と建築物、△はわずかに傾斜、ひび割れ等の軽微な損傷が見られる工作物を示している。○と◇印については作用した津波の波力が構造物の耐力より小さかった事、×と*印は作用した津波の波力が構造物の耐力より大きかった事、△印は津波の波力と構造物の耐力が同等程度であった事をそれぞれ意味する。ここでは各構造物の水深係数と計測浸水深を図 3.3 にまとめ、○および◇と×および*印の境界を探ることで津波の波力を推定することを試みた。

また、津波の波力が構造物の立地条件によって異なることを想定し、津波高さや津波防災施設の規模等を総合的に勘案し、海側に津波の波力低減を期待し得る遮蔽物（防波堤や防潮堤等）がある構造物と、ない構造物とに分類した。

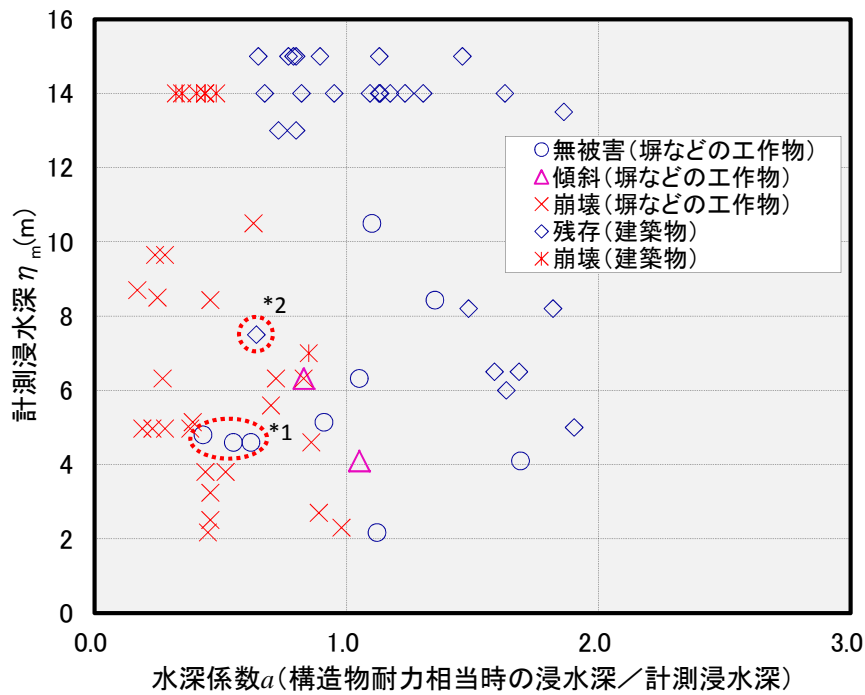
遮蔽物による波力低減効果が期待できる場合を図 3.3(a)に示す。計測浸水深が概ね 10m 以下の場合については、*1 と*2 を除くと、被害の有無（○と×等）が境界となる波力は水深係数 $a=1$ （計測浸水深の 1 倍）の深さの静水圧相当の波力であると考えられる。また、計測浸水深が概ね 10m を超える地域では水深係数 a が 1 を大きく下回る建築物も多数残存しており、計測浸水深の静水圧相当の波力は作用しなかったと推察される。

遮蔽物による波力低減効果が期待できない場合を図 3.3(b)に示す。該当する建築物はないため比較的単純な工作物のみを対象としているが、×が水深係数 $a=1\sim 1.5$ の間に数個プロットされており、遮蔽物の波力低減効果の有無による違いが見られる。遮蔽物による波力低減効果が期待できる場合に比べると、期待できない場合の波力は大きかったと推察され、計測浸水深の概ね 1.5 倍以上の深さの静水圧に相当する波力が作用したと考えられる。

なお、2004 年スマトラ島沖地震津波を経験した構造物を対象に同様の検討がなされた結果⁴⁾によると、水深係数 a は 2~2.5 程度で、本調査研究による結果と比較して大きい。これは、スマトラ島沖地震津波における調査では、遮蔽物による波力低減効果を期待できる構造物が全くない海岸直近の工作物および建築物に直接的に津波が作用した事例が多かったことが理由の一つとして考えられる。

※1 構造物の片側にのみ津波荷重が作用すると仮定した時に、構造物の破壊形態に応じて評価された耐力に等しい静水圧荷重に相当する津波浸水深。なお、建築物の耐力は、1 階が層崩壊する場合の水平荷重とした。

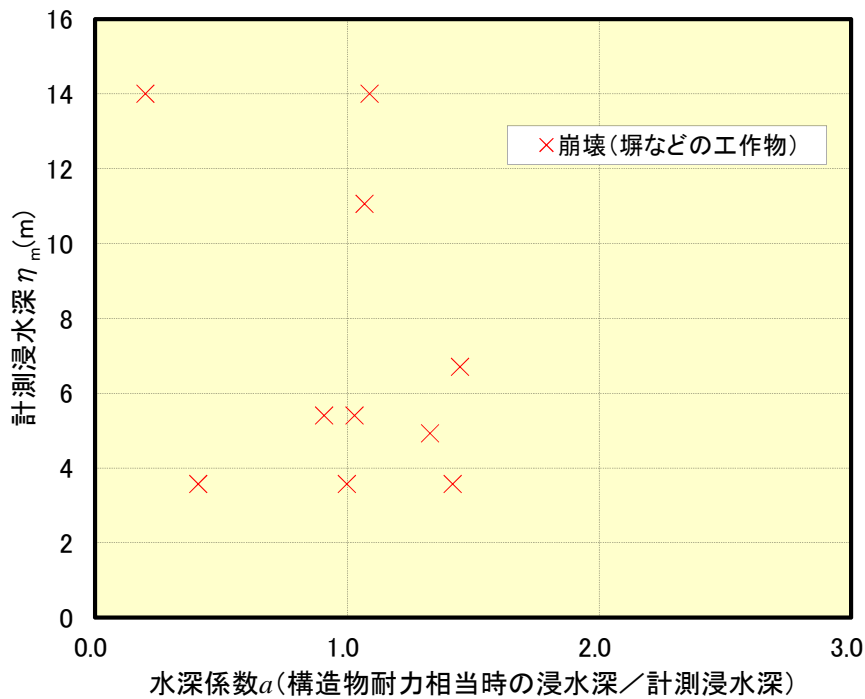
※2 構造物の前面と背面で津波の痕跡深さに大きな差は見られなかった。



(a) 遮蔽物による波力低減効果が期待できる場合

*1 津波進行方向と平行な工作物でその両面への水圧作用により $a < 1$ でも無被害と推定される

*2 側面開口が大きく建物内部への津波流入により $a < 1$ でも無被害と推定される



(b) 遮蔽物による波力低減効果が期待できない場合

図 3.3 計測浸水深と被害程度の関係 (比較的単純な工作物および RC 造建築物)

(2) 鉄骨造 (S 造) 建築物

著しく崩壊した建築物や流失した建築物の諸元を現地調査では確認できないため、S 造建築物については内外装材の大部分が破損・流失しながらも柱梁等の骨組が残存した 5 例のみを対象とした。内外装材が流失する前の状態は不明であることから、開口の割合として 3 割 (内外装材流失前、図 3.4 ●印) から 8 割 (同 流失後、同図 ○印) の上下限値を一律に仮定し、幅を持たせて水深係数 a を評価した。

図 3.4 に結果を示す。縦軸及び横軸は図 3.3 と同じである。計測浸水深 η_m が 14~15m の例では水深係数 a は 1 を下回る。 η_m が 11.5m の例では a は 1 前後である。一方、 η_m が 3.5m と小さい例では a は 1 を大きく上回る。この例は軒高 4m の平屋で耐力が比較的大きく、構造物耐力相当時の浸水深 $a\eta_m$ が軒高を大きく上回り、仮定した静水圧のうち低部のみが建築物に作用するとしているため、 a の範囲が他に比べて広がっている。 η_m が 8m の例は、海側や周辺に多数残存していた他の建築物によって流れが弱められたと推量される地点にある。建築物周囲の浸水深が偏らずにほぼ均等に増していくことで津波による作用荷重 (合力) は他の例に比べて小さくなったため、水深係数が 1 未満でも残存したと考えられる。

以上から、(1) の結果を概ね支持する傾向が得られた。ただし、ここで取り上げた例の近くに流失した同規模の S 造建築物もあり、柱脚等の仕様によっても被害状況が左右された可能性があることに留意すべきである。

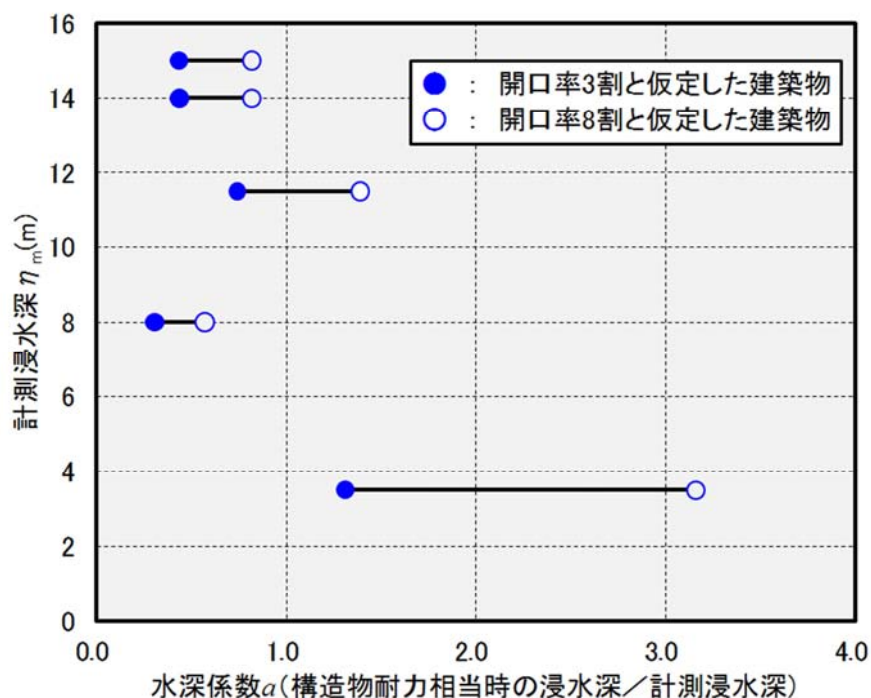


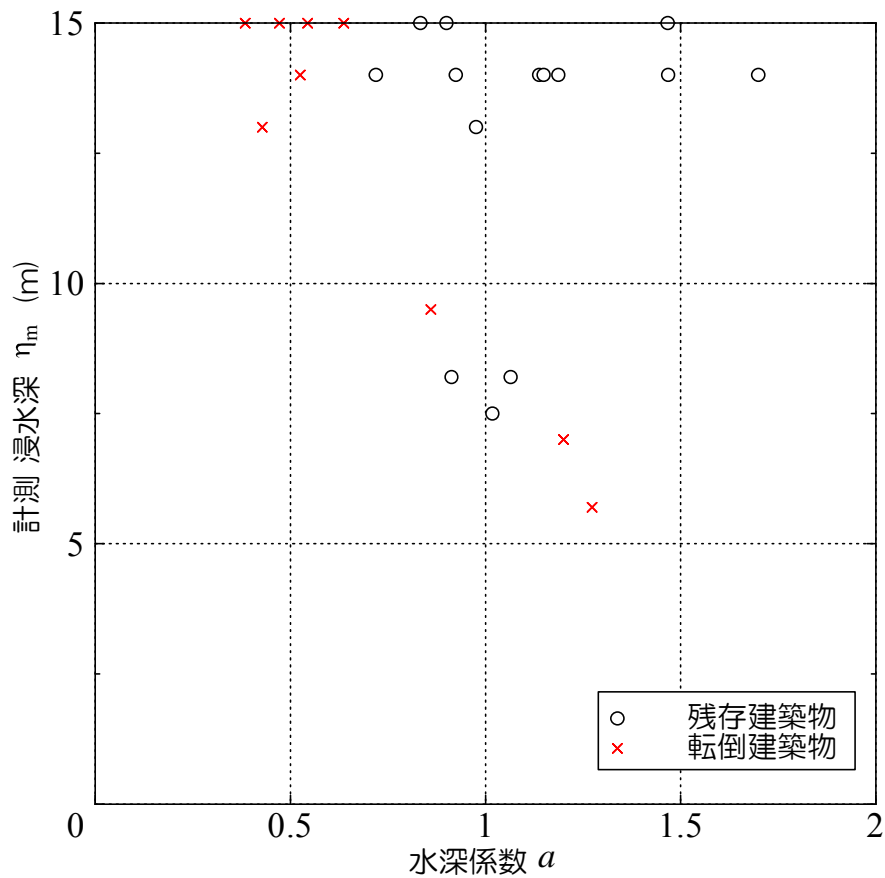
図 3.4 計測浸水深と被害程度の関係 (骨組が残存した S 造建築物)

(参考) 転倒した RC 造建築物

転倒及び残存した RC 造建築物を対象に、(1) と同様の検討を行った結果を参図 1 に参考として示す。ここで、建築物の耐力は被災の有無に関わらず、浮力、杭が及ぼす影響を無視した転倒耐力としている。

本検討の結果、概ね (1) の検討と同様な傾向が見られた。計測浸水深 5~7m の 2 棟においては水深係数 a が 1 を上回る場合でも転倒が生じているが、開口が少ない建物であるため、浮力の影響が作用したと思われる。

RC 造建築物の転倒に関する検討において浮力、杭が転倒耐力に及ぼす影響は大きいと考えられるため、今後これらの影響を考慮した精査が必要である。



参図 1 計測浸水深と被害程度の関係 (RC 造建築物の転倒に関する検討)

3. 1. 3 結論

(1) 比較的単純な工作物および建築物の調査結果に基づく検討から、以下の知見を得た。

- ① 海側に波力低減を期待しうる遮蔽物がある場合と無い場合とでは、津波の波力に差があると思われ、期待できる場合は計測浸水深の1倍の深さの静水圧相当の波力で被害程度が分類され、期待できない場合は、計測浸水深の概ね1.5倍以上の深さの静水圧に相当する波力が作用したと考えられる。

(2) 津波により被災したRC造建築物の調査結果に基づく検討から、以下の知見を得た。

- ① 計測浸水深が概ね10m以下の地域では、ほとんどの建築物が残存しており、その水深係数 a は1を大きく上回った。被害の有無(◇と*)の境界は水深係数 $a=1$ (計測浸水深の1倍)程度であると見られ、津波の波力は概ね計測浸水深の静水圧相当の荷重以下であったと考えられる。
- ② 計測浸水深が概ね10mを超える地域では水深係数 a が1を大きく下回る建築物も多数残存しており、計測浸水深の静水圧相当の荷重は作用しなかったと推察される。これは津波による最大水平力が作用した後も浸水深が増大し続け、最大水平力時の浸水深と計測浸水深の差が大きかったことが一因と考えられる。

(3) 津波により被災した鉄骨造(S造)建築物の調査結果に基づく検討から、以下の知見を得た。

- ① 流失した建築物等の諸元を現地調査では確認できないため、柱梁等の骨組が残存した例のみを検討対象としたが、上記(1)(2)を概ね支持する傾向が得られた。

3. 2 避難計画 WG

3. 2. 1 調査概要

- ① 津波避難ビルについて現地調査を行い、既往のガイドライン等の検証及び検討すべき事項について整理した。
- ② 岩手県釜石市、大船渡市、陸前高田市、宮城県石巻市、気仙沼市、南三陸町の防災担当者にヒアリングを行うとともに、津波避難ビル等として指定されたビル計33件^{※3}について調査を行った。

3. 2. 2 調査・検討結果

(1) 津波避難ビル利用の状況

- ① 多くの津波避難ビルが想定津波浸水深より高い津波に襲われたが、指定された津波避難ビルでは1例を除き、避難者は犠牲になっていない。これは、階数に余裕があったため、または限界が周知されており、大津波警報により不適と判断され使用されなかったためであったとみられる。
- ② 津波避難ビルについては有効であるとした防災担当者が多く、無効との指摘はなかった。なお、犠牲者があった例は病院であり、自力避難困難者の避難に課題があることが確認された。
- ③ 津波避難ビルをより有効な避難施設とするには、避難生活のための避難所との位置関係やそこへの移動経路等も含めて津波避難ビルの役割と限界が周知されるとともに、これが津波避難計画に位置づけられることが必要である。

(2) 位置的要件

- ① ガイドラインでは、津波避難ビルは基本的には津波避難困難地域に設置するとされている。しかし、地域の状況によっては、津波避難困難地域でなくとも設置の必要性、有効性が確認された。
- ② 高台への避難を大前提としながらも、津波避難困難地域でない地域において、観光客等の避難経路を熟知していない者等を対象として指定された津波避難ビルの例があった。
- ③ 地域の状況に応じて、津波避難ビルの位置的要件は柔軟に検討されるべきである。

(3) 浸水の状況と避難安全階の設定

- ① 津波からの避難スペースになる階（避難安全階、屋上を含む）の設定は、多くの自治体で想定宮城県沖連動地震等による想定津波浸水深より高い階とされていた。
- ② 現地調査では、痕跡からみた浸水深（計測浸水深）に該当するとみられる階よりも高い階にも浸水被害の跡が残る事例もみられた。これらの建物では、計測浸水深よりも少なくとも1~2m高い位置まで浸水が及んだと推定される。従って避難安全階の設定においては、この点を考慮する必要があると考えられる。

※3 事前調査および自治体でのヒアリングから34件を把握し、このうち33件について現地にて建物を確認した。このことから現地調査33件としている。

- ③ 避難安全階の設定においては、浸水階+2 階とすれば安全側であるが、浸水深や階高等により個別に検討されるべきである。

(4) 収容人員

- ① 津波避難ビルである以上、自治体では孤立状態になることを想定していたが、想定以上に長く滞在することになったとの指摘が多く聞かれた。滞在時間長期化に伴う避難スペースの設備・備品対応、事前の避難計画等についての意見は様々だった。今後、検討が必要と考えられる。
- ② 収容可能人員の算定は従来避難スペースの面積で決められていたが、避難に要する時間要因も考慮に入れて、収容可能人員を算定することが必要と思われる。

3.3 建築制限WG

建築制限WGでは、建築基準法第39条（災害危険区域）の適用を前提とした建築制限のあり方について、構造設計WG及び避難計画WGの検討状況を踏まえつつ、以下のように検討を行った。

3.3.1 既存条例の把握等

- 1) 法第39条に基づく地方公共団体の既存の条例について規定内容等を調査把握した。
- 2) 地方公共団体が作成している津波ハザードマップについて、想定している地震について調査把握した。
- 3) 津波対策に係る各分野（官邸、中央防災会議、国土交通省内港湾、海岸分野等）の検討状況の把握に努めた。

3.3.2 建築制限のあり方の整理

- 1) 東日本大震災における津波被害に匹敵する大規模な津波災害において、人命が失われないことを第一の目的とした。
- 2) 法第39条の適用のため内容を、①建築制限に必要な前提条件、②津波浸水に対する災害危険区域の指定、③建築制限に対する目的及び条件の設定、④建築制限における具体的方法、⑤建築制限の見直しに分けて、整理、まとめを行った。
- 3) 「建築制限に必要な前提条件」では、津波の想定について、「中央防災会議 東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」の示す2つのクラスの津波のうち主として「最大クラスの津波」を対象とするものとした。また、津波避難計画が策定され各地域における避難可能性が明示されていることが望ましいとした。
- 4) 「津波浸水に対する災害危険区域の指定」では、災害危険区域として「最大クラスの津波」の浸水範囲を基本とした。なお、建築物の被害が軽微とみなせる浸水深が一定以下の区域の除外について可能性を検討した。
- 5) 「建築制限に対する目的及び条件の設定」では、「最大クラスの津波」に対して人命の

安全確保を目的とすることとした。その中で、避難のあり方（建築物外の避難地、避難ビルへの避難（外部避難）及び建築物内の上層階、屋上への避難（内部避難））に応じて対応すべきとする考え方を整理した。

6) 「建築制限における具体的方法」では、構造の制限と用途の制限に区分して次のような考え方を示した。

i) 構造の制限として、

- ① 内部避難を前提とする場合には、構造耐力の確保と避難スペースの確保が必要であるとされた。
- ② 外部避難を前提とする場合には、特段の制限を課さずしてもよい。
- ③ 構造耐力の確保方法及び避難スペースの確保方法としては、各 WG による津波荷重算定式や避難安全階に係る津波避難ビルの検討成果を適用する。

ii) 用途の制限として、

- ① 避難困難性の観点から、要災害援護者の居住、滞在する用途として、病院、社会福祉施設等を制限すべき用途とした。
- ② 集会所等の多数の人が集まる用途については、避難計画、避難誘導により安全性の確保が可能であり、制限すべき用途とはしなかった。
- ③ 住宅については、基本的には避難により安全の確保が可能であるが、要災害援護者等避難の困難な者が居住していることもあるため、制限対象としての選択肢を検討した。

4. 今後の課題

4. 1 構造設計 WG 関係

①津波ハザードマップで予測される浸水深と計測浸水深との関係

津波ハザードマップで予測される浸水深と、本検討で採用している計測浸水深との対応関係を明らかにしておく必要がある。

②設計用津波荷重算定式の検討

設計用津波荷重算定式を設定するにあたっては、以下の要因等を考慮し、更に検討する必要がある。

- ・ 検討の対象とした構造物被害は今回の津波によるものに限定されていること。
- ・ 浸水深の計測は必ずしも容易ではないため、津波痕跡の評価にばらつきが含まれていると考えられること。
- ・ 建築物の耐力を略算的に評価していること。
- ・ 計測浸水深を用いた静水圧分布に基づく検討であること。
- ・ 流速が計測されていないため、計測浸水深は津波波力が最大となった時の浸水深とは限らないこと。

③遮蔽物による津波波力の低減効果の定量的な検討

津波荷重に対する建築物等の設計に資するため、防波堤や防潮堤等の津波の波力を低減する効果があると考えられる施設について、その効果の定量的な把握を行う必要がある。

④建築物の開口率の津波荷重評価に与える影響の検討

津波が窓や扉などの開口部や外装材に作用する場合、津波波圧によって開口部や外装材が破損することで津波が建築物内に浸入し、建築物全体に作用する津波波力が軽減されることが予想される。本検討では、建築物前面の開口率に応じて津波荷重が線形的に軽減されると仮定して検討したが、開口による荷重の低減効果と設計時の荷重評価手法については引き続き検討する必要がある。

⑤転倒被害の要因に関する整理・検討

現地調査では、転倒した建築物の中に、浮力の影響を受けて転倒に至った事例が確認されており、転倒に及ぼす浮力の影響は極めて大きいと考えられる。そのため、建築物の転倒に及ぼす浮力や杭および開口等の影響に関する検討を行い、これらの設計上の配慮の方法について取りまとめる必要がある。

⑥漂流物の影響

現地調査では、漂流物の衝突により局部的に損傷を受けた事例が見られている。このような漂流物の影響の荷重への考慮の方法、もしくは設計において衝突により部材が損傷した場合の配慮の方法等について検討する必要がある。

⑦構造物に作用する抗力に関する検討

本検討では、津波荷重を動的な効果も含めて波圧分布を静水圧分布と仮定して建築物の片側に作用した場合を想定し、構造物の耐力と被害状況との関係を検討した。一方、陸上に遡上した津波は水流として建築物に作用するとも考えられ、構造物に作用する抗力として、津波荷重を評価することも考えられる。計測浸水深の静水圧と抗力との関係を検討する必要がある。

⑧洗掘の影響に関する検討

浸水した建築物の基礎周りに強い水流による洗掘が生じ建築物が傾斜する事例があった。杭基礎など、洗掘による建築物の傾斜を防ぐ設計・施工法を検討する必要がある。

4.2 避難計画 WG 関係

①「避難安全階」の検証

- ・計測津波浸水深の階と被害の痕跡のある階の関係から、津波からの避難スペースになる階（避難安全階（屋上を含む））について一定の要件を提示したが、これは今回の現地調査から得られた情報によるものである。一般化に向けては、更なる検討が必要である。

②設計上配慮すべきと考えられる事項の整理

・避難スペースの設備等

津波避難ビルであっても滞在を余儀なくされる期間が数日間におよぶ可能性があることが確認された。また、急病人への対応が必要となる場面も少なくなかった。これらに対応すべき設備等は、個々の津波避難ビルの立地、役割で異なると考えられるため、それぞれにおいて設計上配慮すべき事項が整理される必要がある。

また、避難滞在可能期間や各種避難設備等の津波避難ビルに対して求められる役割は、一律には定めにくい。期待する効果・役割に応じて装備する設備とその配慮事項を整理する必要がある。

・要介護者の避難計画

避難の際に介護が必要な方々の歩行速度が健常者より遅くなることも考慮した避難計画が必要である。他の避難者による搬送支援や階段幅の考慮等ハード、ソフトにわたった対応とともに、実状の把握、対策を検討する際の視点等の整理を行う必要がある。

4.3 建築制限 WG 関係

- ①中央防災会議東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会の示す津波のクラスのうち「比較的頻度の高い津波」を対象として扱うことについて、建築制限の目的として建築物の被害低減を掲げるかどうか、その場合、具体の目標をどのように設定するかということとあわせて検討する必要がある。
- ②災害危険区域から除外しうる津波浸水深について、今回の津波被害及び既往の津波被害の状況を踏まえて、具体の数値設定の可能性を検討する必要がある。
- ③構造耐力の確保方法及び避難スペースの確保方法について、津波避難ビルに係る検討結果をどのように取り込むか、津波避難ビルと一般の建築物に対する制限のあり方を考慮しつつ検討する必要がある。

参考文献

- 1) 内閣府：津波避難ビル等に係るガイドライン、2005.6
- 2) 岡田恒男、菅野忠、石川忠志、扇丈朗、高井茂光、浜辺千佐子：津波に対する建築物の構造設計法について－その1：予備検討－、ビルディングレター、2004.10
- 3) 岡田恒男、菅野忠、石川忠志、扇丈朗、高井茂光、浜辺千佐子：津波に対する建築物の構造設計法について－その2：設計法(案)－、ビルディングレター、2004.11
- 4) 中埜良昭：スマトラ島沖地震津波の被害調査結果に基づく津波避難施設的设计外力評価、日本建築学会技術報告集、第13巻 第25号、2007.6
- 5) 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(2011年)東北地方太平洋沖地震調査研究(速報)(東日本大震災)、2011.5

参考資料

(1) 委員会構成

津波避難ビル等の構造設計法等の検討委員会 委員名簿

(敬称略)

委員長	中埜 良昭	東京大学生産技術研究所 教授
委員	岡田 恒男	東京大学名誉教授
		耐震改修支援センター・(財)日本建築防災協会 理事長
同	長谷見雄二	早稲田大学教授理工学術院建築学科 教授
同	今村 文彦	東北大学大学院工学研究科付属災害制御研究センター センター長
同	藤間 功司	防衛大学校 システム工学群 建設環境工学科 教授
同	八木 真爾	(株)佐藤総合計画 設計部長
同	五條 涉	(独)建築研究所 住宅・都市研究グループ長
同	福山 洋	(独)建築研究所 構造研究グループ 上席研究員
同	奥田 泰雄	(独)建築研究所 構造研究グループ 上席研究員
同	萩原 一郎	(独)建築研究所 防火研究グループ 上席研究員
同	加藤 博人	(独)建築研究所 構造研究グループ 主任研究員
同	杉山 義孝	耐震改修支援センター・(財)日本建築防災協会 専務理事
同	菅野 忠	耐震改修支援センター・(財)日本建築防災協会 審議役
協力委員	松井 康治	国土交通省住宅局建築指導課 建築物防災対策室 課長補佐
同	山下 浩一	国土交通省住宅局住宅生産課 建築技術政策分析官
同	石坂 聡	国土交通省住宅局市街地建築課 市街地住宅整備室 企画専門官
同	向井 昭義	国土交通省国土技術政策総合研究所 建築新技術研究官
同	港 以知郎	国土交通省国土技術政策総合研究所 建築災害対策研究官
同	深井 敦夫	国土交通省国土技術政策総合研究所 基準認証システム研究室長
オブザーバー	大島 敦仁	国土交通省国土技術政策総合研究所住宅計画研究室 主任研究官
同	金井 昭典	(独)建築研究所 研究総括監
同	石原 直	(独)建築研究所 国際地震工学センター 主任研究員
同	田尻清太郎	(独)建築研究所 構造研究グループ 研究員
同	壁谷澤寿一	(独)建築研究所 構造研究グループ 研究員
同	下山 利浩	内閣府政策統括官(防災担当)付 参事官(地震・火山・大規模水害対策担当)付 参事官補佐
同	高見 英樹	文部科学省大臣官房文教施設企画部施設助成課 課長補佐
同	小林 和弘	文部科学省大臣官房文教施設企画部施設企画課 環境施設企画係長
同	浅井 竜也	東京大学大学院生 (生産技術研究所・中埜研究室)
事務局	芳賀 勇治	耐震改修支援センター・(財)日本建築防災協会 企画調査部審議役
同	舘野 公一	耐震改修支援センター・(財)日本建築防災協会 企画調査部参事役

(2) 検討対象建造物の被害状況表

表1 検討対象の建築物の被害状況

No.	所在地	構造	階数	建築物高さ (m)	計測浸水深 (m)	被害状況	津波避難 ビル
1	陸前高田市	RC 純ラーメン構造	2	7.0	14.0	層崩壊	
2	陸前高田市	RC 純ラーメン構造	2	6.4	14.0	層崩壊	
3	陸前高田市	RC 純ラーメン構造	2	6.2	14.0	層崩壊	
4	陸前高田市	RC 純ラーメン構造	2	6.0	14.0	層崩壊	
5	陸前高田市	RC 純ラーメン構造	1	3.0	14.0	層崩壊	
6	陸前高田市	RC 純ラーメン構造	1	2.8	14.0	層崩壊	
7	名取市	RC 純ラーメン構造	2	不明	7.0	層崩壊	
8	女川町	RC 耐力壁付きラーメン構造	4	12.0	15.0	転倒	
9	女川町	RC 純ラーメン構造	3	9.0	15.0	転倒	
10	女川町	RC 純ラーメン構造	2	9.0	15.0	転倒	
11	女川町	RC 純ラーメン構造	2	6.0	15.0	転倒	
12	陸前高田市	RC 純ラーメン構造	2	9.0	14.0	転倒	
13	陸前高田市	RC 壁式構造	2	5.5	13.0	転倒	
14	大槌町	CB 壁式構造	2	5.7	9.5	転倒	
15	大槌町	RC 壁式構造	2	6.5	7.0	転倒	
16	山田町	CB 壁式構造	2	5.7	5.7	転倒	
17	女川町	RC 耐力壁付きラーメン構造	5	17.7	15.0	残存	
18	南三陸町	RC 壁式構造	4	14.3	15.0	残存	指定あり
19	女川町	RC 耐力壁付きラーメン構造	4	13.6	15.0	残存	
20	女川町	RC 耐力壁付きラーメン構造	3	17.0	15.0	残存	
21	女川町	S ラーメン構造	3	10.6	15.0	残存	
22	女川町	RC 耐力壁付きラーメン構造	2	10.9	15.0	残存	
23	女川町	RC 純ラーメン構造	2	8.8	15.0	残存	
24	女川町	RC 耐力壁付きラーメン構造	2	7.2	15.0	残存	
25	女川町	RC 純ラーメン構造	1	7.9	15.0	残存	
26	陸前高田市	RC 耐力壁付きラーメン構造	4	15.2	14.0	残存	
27	陸前高田市	RC ラーメン構造	3	11.0	14.0	残存	
28	陸前高田市	S ラーメン構造	3	10.5	14.0	残存	
29	陸前高田市	RC 耐力壁付きラーメン構造	3	9.6	14.0	残存	
30	陸前高田市	RC 耐力壁付きラーメン構造	3	9.6	14.0	残存	
31	陸前高田市	RC 耐力壁付きラーメン構造	3	9.6	14.0	残存	
32	陸前高田市	RC 耐力壁付きラーメン構造	2	10.4	14.0	残存	
33	陸前高田市	RC 耐力壁付きラーメン構造	2	8.9	14.0	残存	
34	陸前高田市	RC 純ラーメン構造	2	7.0	14.0	残存	
35	陸前高田市	RC 純ラーメン構造	2	5.4	14.0	残存	
36	陸前高田市	RC 壁式構造	1	3.8	14.0	残存	
37	陸前高田市	RC ラーメン構造	1	3.2	14.0	残存	
38	陸前高田市	RC ラーメン構造	1	3.0	13.5	残存	
39	陸前高田市	RC 壁式構造	5	14.5	13.0	残存	
40	陸前高田市	RC 壁式構造	3	8.6	13.0	残存	
41	宮古市	S ラーメン構造	6	20.0	11.5	残存	
42	大船渡市	RC 耐力壁付きラーメン構造	3	15.5	8.2	残存	
43	大船渡市	RC 壁式構造	2	6.0	8.2	残存	
44	大船渡市	RC 耐力壁付きラーメン構造	1	4.1	8.2	残存	
45	大船渡市	S ラーメン構造	2	6.0	8.0	残存	
46	名取市	Pca 壁式構造	2	5.0	7.5	残存	
47	釜石市	RC 耐力壁付きラーメン構造	4	16.0	6.5	残存	
48	釜石市	RC 耐力壁付きラーメン構造	4	15.6	6.5	残存	
49	仙台市	RC 耐力壁付きラーメン構造	2	9.5	6.0	残存	
50	名取市	RC 壁式構造	2	10.0	5.5	残存	
51	名取市	RC 純ラーメン構造	2	8.0	5.0	残存	
52	釜石市	S ラーメン構造	1	4.0	3.5	残存	

注) RC：鉄筋コンクリート造、S：鉄骨造、CB：補強コンクリートブロック造、Pca：プレキャストコンクリート造

注) S造については、著しく崩壊した建築物や流失した建築物の諸元を現地調査では測定できないため、残存した例のみを取り上げている。ここで、S造の「残存」とは、柱梁等の骨組が残存していることを意味し、内外装材の大部分は流失している場合が多い。

表2 検討対象の比較的単純な工作物の被害状況

No.	所在地	構造		工作物高さ (m)	計測浸水深 (m)	被害状況
1	田野畑村	RC	橋脚	8.6	14.0	崩壊
2	田野畑村	RC	防潮堤	1.0	14.0	崩壊
3	大槌町	RC	防潮堤	5.2	11.1	崩壊
4	仙台市	RC	壁*	11.7	10.5	崩壊
5	大船渡市	CB	塀	1.8	9.7	崩壊
6	大船渡市	石	門柱	0.9	9.7	崩壊
7	大船渡市	CB	塀	1.4	8.7	崩壊
8	大船渡市	CB	塀	2.0	8.5	崩壊
9	大船渡市	RC	塀	1.4	8.4	崩壊
10	名取市	RC	柱	4.4	6.7	崩壊
11	山元町	RC	柱	4.6	6.3	崩壊
12	山元町	RC	塀	2.6	6.3	崩壊
13	山元町	CB	塀	1.0	6.3	崩壊
14	相馬市	CB	壁*	2.6	5.6	崩壊
15	山田町	RC	陸閘	4.6	5.4	崩壊
16	山田町	RC	陸閘	4.6	5.4	崩壊
17	気仙沼市	RC	塀	1.5	5.1	崩壊
18	山元町	石	石碑	2.4	5.0	崩壊
19	山元町	CB	塀	2.0	5.0	崩壊
20	山元町	CB	塀	1.6	5.0	崩壊
21	山元町	CB	塀	1.6	5.0	崩壊
22	山田町	RC	防潮堤	5.7	4.9	崩壊
23	仙台市	RC	塀	1.8	4.6	崩壊
24	石巻市	RC	塀	1.3	3.8	崩壊
25	石巻市	RC	塀	1.2	3.8	崩壊
26	亘理町	石	石碑	5.7	3.6	崩壊
27	亘理町	CB	柱	2.5	3.6	崩壊
28	亘理町	CB	塀	1.6	3.6	崩壊
29	山元町	CB	塀	1.6	3.2	崩壊
30	塩竈市	CB	塀	2.3	2.7	崩壊
31	山元町	石	石碑	1.4	2.5	崩壊
32	仙台市	RC	塀	1.5	2.3	崩壊
33	山元町	石	石碑	0.9	2.2	崩壊
34	山元町	RC	塀	2.6	6.3	傾斜
35	山元町	石	門柱	2.9	4.1	傾斜
36	仙台市	RC	壁*	11.7	10.5	無被害
37	大船渡市	RC	塀	1.4	8.4	無被害
38	山元町	RC	塀	2.6	6.3	無被害
39	気仙沼市	RC	塀	1.5	5.1	無被害
40	釜石市	CB	塀	2.0	4.8	無被害
41	仙台市	RC	塀	1.8	4.6	無被害
42	仙台市	RC	塀	1.5	4.6	無被害
43	山元町	石	門柱	2.9	4.1	無被害
44	山元町	石	石碑	1.4	2.2	無被害

注) RC：鉄筋コンクリート造、CB：補強コンクリートブロック造、石：石造

* 建物あるいはその架構を構成する壁部材を調査対象とした