

津波・水害対策建築物検討総合ワーキンググループ

<緊急提言>

座長：濱本卓司

緊急提言骨子

沿岸地域にどうしても建てなければならない中低層の建物の津波対策は基本的には全くソリューションがないのが現状である。

こういった状況の下、平時の利便性を維持したまま想定外の水害に対応できるフロータブルビルディングの重要性、必要性を確認した上で、その研究開発および実用化に向けた実証を促進していくべきである。

## [参考]

昨年10月26日の第1回会合以降、下記のメンバーで4回にわたり活発な議論を行ってきた。今後、最終報告を取りまとめる予定であるが、この時点で早急に政府として取り組むべきことを緊急提言としてまとめることとした。

### 1. 当ワーキンググループの設立の趣旨

各種の津波対策技術を正しく評価し、各技術の「適材適所」な適用を検討する中で、沿岸部町村の観光および漁業関連施設、公民館、役所などを対象に、対津波・洪水対応建築の早期実現を目指す。

津波・洪水へ対応する技術や関連技術のシーズを保有する企業・団体が集まって、一般的に利用される津波・洪水対策が設けられた建物の実用化に向けた調査、技術開発・設計上のノウハウの確立、実証までの活動を一貫して推進していくとともに、国への政策提言、情報提供を行っていく。

### 2. ワーキンググループメンバー一覧（敬称略 50音順）

座長： 濱本卓司（東京都市大学 工学部建築学科 教授）

#### <委員>

##### 学識

秋元孝之	芝浦工業大学 工学部建築工学科 教授
加藤孝明	東京大学 生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター 准教授
柏木孝夫	東京工業大学 特命教授 先進エネルギー国際研究センター長
嶋原良典	防衛大学校 システム工学群 建築環境工学科 講師
寺尾裕	東海大学 海洋学部航海工学科 教授

##### 企業

植野修一	東急建設株式会社 建築本部 技術部長
大嶋昌巳	千代田化工建設株式会社 ChAS・ライフサイエンス事業本部プラント診断ユニット
加村久哉	JFE スチール株式会社 スチール研究所土木・建築研究部 部長
木寺康	株式会社 LIXIL グループ 渉外部長
小嶋雅広	東電設計株式会社 建築技術部構造設計グループ
柴田治次	レモンガス株式会社 常務取締役

関洋之 株式会社梓設計 専務執行役員

<オブザーバー>

中島正愛 京都大学 防災研究所教授、内閣府 SIP 政策参与

壁谷澤寿一 国土交通省 国土技術政策総合研究所 建築研究部基準認証システム室  
主任研究員

藤本秀一 国土交通省 国土技術政策総合研究所 住宅研究部住宅計画研究室長

官庁オブザーバーの目的は情報収集にとどまり、本報告の内容は政府の立場や意見を反映するものではない。

## フロータブルビルの提案

### 1. フロータブルビルとは何か？ (What?)

フロータブルビルとは、通常時はそれぞれの用途に資する建築物として機能しつつ、津波・洪水時には浮上して人命保護と機能維持に寄与することのできる建築物である。津波が襲来する沿岸部や河川が氾濫する河岸部に建つ建築物が対象になる。通常時は一般的な陸上構造物でありながら、非常時は連続的に水上構造物へと変化する。水が滞留している間は流体抵抗を小さくして、しなやかに浮上状態を保って残存し、水が引いてからはもとの地盤上に着地して、以前の機能を素早く回復するレジリエンスを有した建築物である。脱出用の津波・水害カプセルとは異なり、建物全体あるいは一部が浮上することにより、非常時でも屋上などの野外に出ることなく建築物の内部空間を利用し続けることができる。このため、老人・病人・身障者などの災害弱者にとっても好ましい避難環境を提供できる。フロータブルビルの条件として、少なくとも予想される最大浸水深までは敷地内にとどまることが課せられると考えられる。

### 2. なぜフロータブルビルが必要か？ (Why?)

建築物は非常時であっても人命保護と機能維持を保証しなければならない。しかし、東日本大震災の津波襲来時にはこれができなかった。

南三陸町防災対策庁舎（鉄骨造 3 階建て）を襲った 15.5m（屋上床上 2 m）の津波は、屋上に避難した約 30 人の職員のうち生存者 11 人以外の人々を押し流して命を奪った。石巻市雄勝病院（鉄筋コンクリート造 3 階建て）を襲った津波は屋上を数メートル越え、入院患者 40 人全員と職員 30 人中 24 人の命を奪った。そのほか、陸前高田の市民体育館や市民会館など、市町村が指定していた多数の避難所が津波に襲われ、地震後に逃げ込んだにもかかわらず避難所ごと被災して犠牲者を出した。このように屋上に避難しても津波がその上を越流してしまったり、安全と信じていた場所に避難したのに建物全体が津波に飲み込まれてしまったりと、人命保護を保証できないケースが多く見られた。

大槌町役場（鉄筋コンクリート造 3 階建て）では 11m の津波が襲い、町長を含む 33 人の職員の命が奪われ役所機能を喪失した。陸前高田市庁舎（鉄筋コンクリート造 3 階建て一部 4 階建て）でも全職員の 3 分の 1 に近い 113 人の命が奪われ役所機能を喪失した。このほかにも、多くの病院、警察署、消防署などの公共施設が津波により機能停止状態になり、その後も回復不能となって救援・復旧活動に大きな支障をきたした。公共施設には被災後であっても早急に機能回復することが要求される。

津波や洪水のような自然災害においては、水上に一時的に浮上して建築物が人的保護と機能維持をまっとうできるような非常時の備えを考慮しておく必要がある。潜水艦のように水密性を高めてしばらくの間水中で耐えるという案もあるが、一般建築物に潜水艦レベルの水密性を要求することは、長期間にわたる新鮮空気の供給を含めコスト面でも無理があ

り、浮上してやり過ごす方法がもっとも現実的と考えられる。

### 3. フロータブルビルはどこに造るのか？ (Where?)

東日本大震災の巨大津波による被災地では、木造の建物が基礎や土台だけを残して流失してしまった一方、鉄筋コンクリート造や鉄骨造の建物では内部浸水はあったものの津波に対して高い残存性能を有していることが証明された。このため、鉄筋コンクリート造や鉄骨造の高層建物が立ち並ぶ都市中心部においては、津波襲来時に最大浸水深よりも高い建物に避難すれば人命保護は達成できる。しかし、災害弱者に建物の高所に避難することを要求するのは酷である。実際、東日本大震災では避難民が階段に集中し、災害弱者が逃げ遅れて津波の犠牲になった例は多い。また、鉄筋コンクリート造や鉄骨造であっても津波の内部浸水は避けることができず、浸水部の機能維持は失われてしまう。都市部であっても、津波避難ビルを用意しておけば十分ということにはならない。災害弱者のための低層避難建物、被災後も機能維持が必要な公共建物、海辺から離れることのできない漁業施設・海運施設・観光施設などではフロータブルビルを有効活用することが考えられる。

都市化していない町や村では必要な数の津波避難ビルを用意することは現実的ではない。とくに、リアス式海岸のように短時間で急激に浸水深が増加する地域、平野部のように近くに避難する高台がない地域、洪水が発生しやすい河川の周辺地域などはフロータブルビルの有効利用に適していると考えられる。

### 4. フロータブルビルはいつ造ればよいか？ (When?)

東日本大震災の巨大津波の記憶が消えてしまわないうちに、次の巨大津波に備えて今から準備しておくべきである。とくに南海トラフ巨大地震による広域津波や首都直下型地震による東京湾岸津波には早めの対応が必要と考えられる。

### 5. フロータブルビルはだれが造るのか？ (Who?)

公共建築やコミュニティセンターの場合は地方公共団体、オフィス、マンション、ホテルなどはそれぞれの民間オーナー、漁業施設は漁業協同組合など、フロータブルビルを造る主体は建物の用途に応じて異なる。

### 6. フロータブルビルはどのように造ればよいか？ (How?)

フロータブルビルは、小さな重量と大きな浮力が要求されるため、低層（2～3階程度）で容積の大きな建物に適している。建物の材料としては軽量という点では木造が好ましいが、漂流物等の衝撃荷重に弱いという欠点がある。鉄だけで潜水艦のような構造体とすることも考えられるが、コスト面で不利になる。RC造は衝撃荷重には強いが、どうしても重量が大きくなるという欠点がある。このため、フロータブルビルの素材はまだ検討の余地が残されている。素材と構造の選定にあたっては軽量かつ強靱であることが条件になる。

鉄骨と軽量コンクリートを組み合わせた軽量化ハイブリッド構造も考えられる。

建物の形状はできるだけ津波や洪水の流体力や漂流物の衝突力を受け流せるような曲面が好ましい。船舶のような流線形は建物の通常時の利用には不便になりやすいので、円筒形や楕円体や球形などを採用することになるであろう。

フロータブルビルの条件として、少なくとも予想される最大浸水深までは敷地内にとどまることが課せられると考えられる。このための位置保持の工夫も必要である。上方にまっすぐ浮上したのちにそのまま元の位置に復帰できる上下スライド杭方式や浮上後の可動範囲を限定した緊張係留浮体方式などが考えられる。

津波の衝撃圧と漂流物の衝突力に対しては構造部材だけでなく窓やドアなどの開口部や外装材も耐えられるような強靱さをもたせることが要求される。さらに、津波襲来時や洪水時に確実に浮上できるようなメカニズムを付与すること、水が引いて着底する際に漂流物等を押しつぶしてしまわないような工夫、設備機器が日常時のインフラ依存モードから非常時のインフラフリーモードへと連続的に変化できる設備システムの開発などが必要になると考えられる。

最後に重要なのは、フロータブルビルを造るのに必要なコストをできるだけ抑えることである。一つの目安は、免震ビルにした場合のコスト増と同程度のコストと考えられる。

## 7. フロータブルビルの具体的な提案

フロータブルビルを実現するために現在考えられている上下スライド杭方式と緊張係留浮体方式の要点を記す。

### (1) 上下スライド杭方式

上下スライド杭は二重構造となっている。外側にある外殻杭と可動する内部の杭（可動杭）とからなり、津波来襲時には、外殻杭は地中に埋設した状態で内部の可動杭と建物が上昇する。可動杭にはストッパーが内蔵されており、水位が下がると外殻杭頭部に引っかかって浮上した高さで保持する。このため、建物下面に漂着している物を押しつぶすことはない。津波が引けば梯子等により建物外部への避難は可能となる。その後は避難施設あるいは復旧拠点施設として使用できる。これを具体化したイメージを「付属資料」として示した。

### (2) 緊張係留浮体方式

緊張係留浮体方式は通常時は基礎の上に固定させずに設置し、非常時には自由浮体となって浮上する。上下スライド杭方式とは異なり水平方向にも移動を許容するが、敷地境界からはみ出さないようにケーブル長さを調節した係留索がつけられており、津波の作用のもとでは緊張状態になる。水が引くとケーブルは弛緩状態になり敷地内へと軟着底する。

## 付属資料

### • フロータブルビルディング(案)

震災後、津波来襲に対して避難時間がかかる沿岸部で建設されているのは津波避難タワーであり、あくまでも想定内の水位に対応する施設である。また、震災後のリアス式海岸部の居住地域では、高台移転及び盛土造成を行っているが非常に高コストとなっている。

これにより東南海巨大地震による津波来襲が予想されている地域で平時に経済性のある対応技術がないのが現状である。

フロータブルビルディングは景観・環境を損なうことなく、かつ、平時の利便性を維持したまま想定外の水害に対応できる上、コストが比較的低い事が特徴である。フロータブルビルディングは、水害から命を守ると共に災害後の避難所として被災生活に必要な衣食住を提供する施設である。

