

南海トラフ巨大地震における津波避難対策 ／津波避難シェルターの活用

富田 穰

近畿技術コンサルタンツ株式会社 技術本部 (〒540-0012 大阪市中央区谷町2丁目6-4 谷町ビル)

来る南海トラフ巨大地震に伴う津波では、最大33万人の死者、100万人近い死傷者が想定され、「逃げ切る」ことが提案されている。しかし、到達時間5分、高さ10m以上の津波では、どうしても避難困難地域が生じる。犠牲者を限りなくゼロとするためには、いわゆる公助、共助、自助となる避難対策を総合的に組み合わせる必要がある。避難困難地域では津波避難タワーを密に配置する必要があるが、林立となり、災害時要援護者、高齢者を考慮した新たな対策、提案も求められる。そこで、津波避難タワーの中間に、コンパクトで、想定外の大きな津波にも有効な津波避難シェルターを補完活用することで、避難困難地域を解消することを目指すものである。

キーワード 南海トラフ巨大地震、巨大津波、避難困難地域、津波避難対策、津波避難シェルター

1. はじめに

来る南海トラフ巨大地震に伴う津波では、内閣府報告によれば、被害想定が最大で33万人の死者、63万人の負傷者とされている。あわせると100万人近い死傷者である。津波高さは地域ごとに予測され、最大津波高さが34.4mとされている。到達時間5分、高さ10m以上の津波が急襲する沿岸部では、どうしても避難困難地域が生じる。そこで、ともかく「逃げ切る」ことが提案されている。一方、津波対策には、河川堤防や防潮堤の嵩上げ、高台移転、津波避難タワーや津波避難ビルの設置などがあるが、費用、完成期間、設計高さ、私有財産などの問題があり一長一短で、総合的に組み合わせる必要がある。犠牲者を限りなくゼロとするためには、できるだけ対策を講じなければならない。地域ごとに予測された津波高さをもとに対策高さ、設計高さを設定することになるが、このことで逆に、地域ごとの確率や誤差で想定外が生じやすくなっているということにも留意が必要だ。自然は常に人知を超えたとしたもので、もはや想定外だったという言い訳は聞きたくない。発想を転換して、どんなに大きな津波にも有効であれば、設計高さを設定する煩わしさから解放されるといえる。

ヒントは、嵐の中の転覆船の船底の生存者にある。最近では、ナイジェリア沖の海底30mに沈没した船から60時間後に救出されたニュース映像が記憶に新しい。図-1に、大きな津波に有効で、鉄筋コンクリート造り、上に凸の津波避難シェルターの概観を示す。コンパクトで固定型、身近に設置でき、すぐ飛び込めるいわば防空壕のようなもの。図-2に、その断面図の中に、外部の津波高さの急な上昇と内部水位の緩やかな上昇の関係を示す。大きな津波にも、ボイルの法則で、圧縮された酸素ポンペを背負うように、生存必要空気量を保持できる。

津波対策の総合的組み合わせの中に、津波避難シェルターを点在させるなど補完活用すれば、津波避難困難地域の解消に貢献できるといえる。

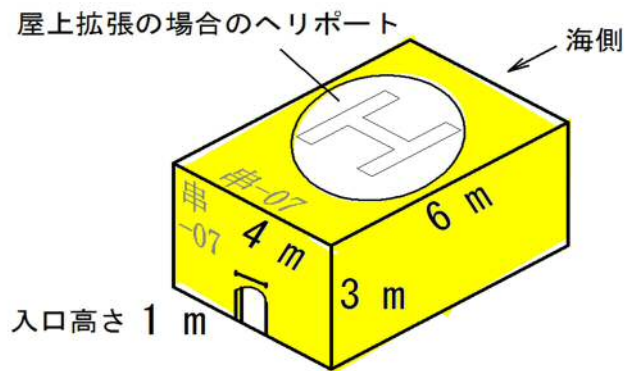


図-1 津波避難シェルターの概観（50人用の例）

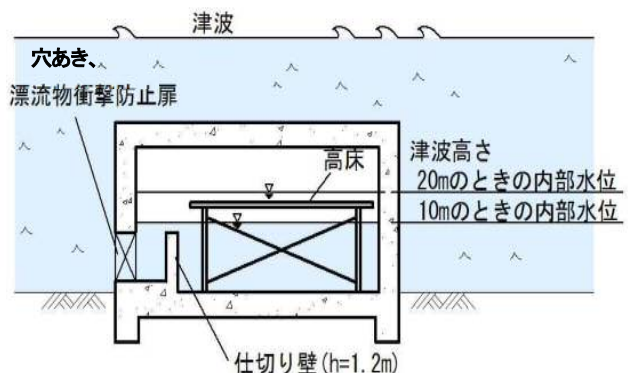


図-2 津波避難シェルターの断面図（大きな津波でも内部空気を保持、内水位は穏やかに上昇する）

2. 明日かもしれない来襲に準備はできているか

津波はいつ襲ってくるか分からない。明日かも知れない。津波高さが予測された地域の中には、それ以上の想定外の高さの津波が生じる可能性もある。逆に高さを設定することで、それぞれの地域で想定外が生じやすくなっているともいえる。想定高さ以外に、到達時間が想定より早まると致命的で、逃げる途中で溺れかねない。

台風、高波の異常気象や極寒、大雨などの悪天候が重なれば避難も容易ではない。住民の年齢、家族構成の変化、健康状態、妊娠中などの状況や津波が来なくても10年後、20年後の経年ごとでも対応が異なる。人々の日常生活の状況でも異なるし、時間帯でも異なる。通勤通学中、職場、学校では家族と離ればなれになるので安否の確認の必要性が出てくる。夜間では、晩酌中、入浴中、就寝中などの環境は厳しく、一層の迅速な避難、日頃からの避難想定、備えが求められる。家を出た移動中では、徒歩、自転車、自家用車、バス、列車乗車中で遭遇の可能性があり、身近に避難できる箇所を見つけておく必要がある。散歩中でも今だとどこに逃げ込むかという想像力を日頃から養っておく必要がある。高い建物、堅固な建物を周辺に見つけておくことも「自分の身は自分で守る」ための知恵となる。できるだけ多くの選択肢と、「自助意識」を持つ必要がある。

3. 津波避難勧告の難しさ

地震発生の瞬間から避難行動を起こすとしても、必ずしも最大津波が来るわけでない。内閣府報告では、津波高さ、浸水深が2mを超えると一般の家屋が全壊となる割合が大幅に増えるとされ、浸水深が0.3mで人が流されるとされている。2m高さの、結果的に小さな津波だとしたら家を出たために逆に命を落とす事態になりかねない。もちろん、0.5mの津波に対しても家を出たことが危険になる。最大津波までに人々は疲れてしまう。結果でしか分からない避難の難しさ、避難勧告、指示をして避難誘導することが必ずしもいい結果を招かないという矛盾がここにある。一方、2016年11月22日の早朝、東日本大震災以降の余震で震度5弱があった。福島県の津波避難指示に、「3mの津波が来るから今すぐ逃げてください」という放送があわただしくあり、結果的には2時間後の仙台港で最大1.4m、ほとんどが0.3m程度の津波であった。報道によれば避難勧告・指示で避難した人の割合は、先の大被害にあった東北で信じられない低水準、2%程度にとどまった。地震発生が出勤前の時間帯で、避難するか、命にかかるこの場に及んでも会社人間で出勤準備を優先したか、勧告を甘く見たか、深刻な問題を提起している。十分に分析する必要があるといえる。数分で来る南海トラフ地震による津波の場合と、地震後30分程度で津波が来た東北の場合とでは緊迫の度合いが全く違うのかも知れない。

このことから、南海トラフ巨大地震の場合、空振りでは

もいいから避難指示を出すことという方針では、あるいは、とにかくすぐ避難するという訓練だけでは、家を出たことで、逆に、すぐ到達する小さな津波にも呑み込まれてしまう。最大に至らない結果的に中位、低位レベルの津波の緊急避難指示に、正確な予想高さを入れて放送する難しさが浮き彫りとなる。平成28年だけでも震度5弱以上の頻度は30回超、4以上は192回あった。当然、最大に至らない中小の地震の方が、発生確率、頻度の大部分を占めるので、中途半端な避難指示では途中で命を落としかねない重大責任を持っている。結果、津波が来なくてよかったと安堵している場合ではない。どう放送するのか、避難をどう伝えるか、試験放送ではない、本気度が問われるところである。いずれ最大クラスの地震、津波が生じるとして、いや、次には来るかもしれないという緊迫感、臨場感を持って、再整理、分析、シミュレーションをしなければならないといえる。

4. 躊躇ない迅速避難が大事

いずれにしても、躊躇している場合ではない。一瞬一秒たりとも無駄にしないで行動しなければならない。瞬時の判断、行動、その想像力を日頃の訓練で養っておく必要がある。津波避難タワーでは、設置間隔が比較的大きく、避難途中での津波との遭遇も予想される。地震の揺れは2~3分続くとされ、その間、机の下などで身を守るとして、服をかぶり、むずかる子供に靴を履かせ、鍵をかけて家を出るのに1分、途中を1分で走るとして津波タワーに上るのに1分で合計5分を費やしてしまう。20mの避難指示として、マンションの7階の人は階段を下りるか、屋上に上がるか判断に迷う。エレベーターは地震で停止中、下に逃げるとは不思議な感覚で、かえって命を落としかねないし、津波タワーまで行く時間も、たどり着いて上に昇る体力もないので、そのまま屋上に上がるとすれば、先の津波で4階の屋上で亡くなった記憶が生々しい。高さを要する津波避難タワーは、構造規模を小さくできず、費用もかさみ、数多く配置できず、高齢者は上がれず、避難範囲も比較的狭いといえる。結局、その中間位置に補完する小さな避難施設、コンパクトで避難に有効な安価な方法があれば、必死で走る距離も短く、大きな津波でも小さな津波でも、考えもせずともかく躊躇なく行動を起こすことができる。10年後も、老後も安心して避難できるといえる。

また、避難所を設定するには、想定される津波高さ以上の建物高さがなくてはならない。地域ごとに最大津波高さの予測計算がなされているが、自然災害はそんなことにはおかまいなし。悪い時には悪い条件が重なるもので、天候の悪条件、満潮時が重なれば超えることもありうる。4階の屋上に避難して恐怖の中亡くなられた方も多い。津波避難タワーにしても設計高さを設定しなければならないが、結果保証はない。津波は、第1波に続く第2波の方が高くなる場合がある。地域により、第2波は第1波の20分後となり、そのあとも繰り返し襲ってきて、継続時間も6時間に及ぶこともある。地域特性を理解しておくことも迅速避難以外に重要といえる。

5. 津波避難シェルターの概要

10mの津波予想、避難勧告で、とにかく逃げるとすれば、結果0.3mの小津波に溺れるのは本意でない。近くに、身近に避難所があれば、津波予想が高かろうが低かろうがまず避難すると予め決めてすぐ飛び込める。

図一1に示す津波避難シェルターは、固定型でいわば防空壕のようなもの。大きな津波で水中となった時にも生存に必要な空気を保持するもので、アルキメデスの原理で水中で上昇する空気を上に凸の容器で外に逃がさないとするものである。構造体は、入口を開けた非密閉構造なので、大きな津波でも密閉構造のような大圧力がかからない。鉄筋コンクリート造りで3m×4m×6mの場合で50人用、1,000万円である。定員も家族用、10名～100名と設計容積で決まる。内空は1m³/人・時間、内面積1m²/2人として、内空3×4×6=72m³>50m³、内面積(4×6)×2=48、大まかに50人用である。南海トラフ巨大地震の津波の場合、第1波の継続時間が10分未満と短く、窮屈であるが譲り合ってもらうとして、設計上の定員オーバーだからといって、遅れた人を拒む必要はない。

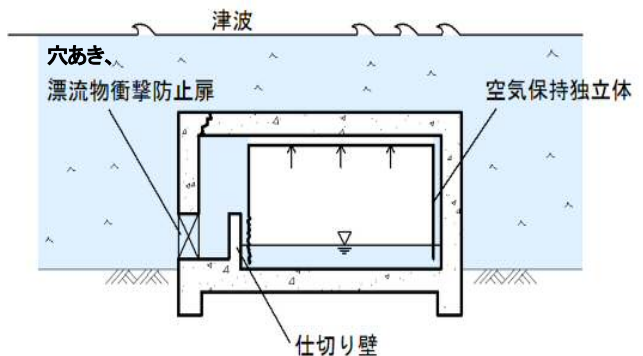
必要空気量が保持できれば、人は生存できる。ヒントは、嵐の中の転覆船の船底の生存者にある。2013年12月、ナイジェリア沖の沈没船の30mの海底で60時間後に救出されたニュース映像がある。これは、予想最大高さ34.4mの場合に匹敵する水压に耐えた出来事といえる。素潜りの世界記録は122mである。一挙に転覆した船底が上になり、上に凸の容器となり、空気が逃げ出さない。浴槽に沈めた逆さ洗面器と同じである。鉄筋コンクリート造りで固定型、上に凸構造の津波避難シェルターは水中に沈んだまま空気が逃げ出さず、かつ津波がさらに大きくなっても圧縮された必要空気量を必ず保持できるので生存に有効である。

図二では津波避難シェルターの断面図に、漂流物衝突防止を兼ねた仕切り壁構造、および津波高さと内部の水位の上昇の関係を示す。どんなに大きな津波が来ても、津波避難シェルターの中の空気は逃げずに、入口高さより上が凸の容器となり、空気は天井部に残る。高さ3mのうち、入口はできるだけ低くした方が中に空気が多く保存される。我慢して身をかがめて入ってもらうことになる。1mの入口高さとする、津波が1mになった時に中の自由水面の上昇で中の空気に圧縮が始まる。入口高さ2mとすると、津波高さが2mになった時に中の水位も2mとなり、残りの空気量は4×6×1=24m³しかないが、入口高さ1mの場合は、4×6×2=48m³と2倍の空気量がある。入口の幅も漂流物が入らないようできるだけ小さくすることが望ましい。入口の上には取っ手を設け滑り込みできるようにする。

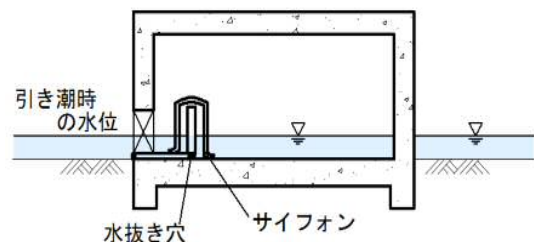
高さ1.2mの仕切り壁も有効に働き、漂流物衝突防止のほか、外の津波高さが1.2mになるまでは濡れない。その高さまで浸水しないので内空空気量を大きく保つことができる。自由水面が1.2mに達すると、内空の圧縮が始まる。仕切り壁がないと、1mの津波で中まで

1mの水面で満たされ、たちまち中の空気量の1/3ほどを失ってしまう。以降は、体積×圧力(pv)一定のボイルの法則で、津波高10mで内部水位の上昇は内空高さ3mの半分、1.5mとなる。津波高20mで内部水位の上昇は内空の2/3の2mにとどまる。外部の津波の急な上昇に比べて内部の水位上昇は穏やかである。圧縮された空気は、たとえるなら、圧縮酸素ポンプを背負った状態といえるので安心である。波圧はダンブカー12台分の側面圧の設定で、壁厚を35～60cmとしている。海側の壁は下方を台形に拡大するか、先端を流線形にするか、前に消波ブロックを置くか、さらに離して置くかの工夫が有効である。転倒しないよう地中のせん断キーや底版の増圧、浮力抵抗を増す壁厚増も検討材料といえる。非密閉構造なので、海側の波圧以外は、大きな津波でも外水圧と構造内の空気の内圧は等しくバランスして、壁には極端な曲げモーメントはかからない。極論だが紙1枚の壁厚さでも良いといえる。

津波の前の地震で、構造体の上部に貫通ひび割れが入ると、水中となった時に空気が上部から外に抜け致命的である。微小のひび割れなら空気は抜けないとか、穴をふさぐことも考えられるが、対策を考えておく。事前に折りたたみ収納した上に凸のビニール大袋を開くか、図一3の予め天井周りに壁とは離隔して空気保持独立体として設置しておく方法が考えられる。いずれも地震の力を受けないようにすることが肝要である。巨大津波では、地域により第1波より第2波が大きいこともある。津波は繰り返し押し寄せることは予想されている。津波避難シェルターの内部に設置した漂流物衝突防止の仕切り壁の奥は、第1波が引いてもプールのように水が貯まった状態となる。第2波に備えてできるだけ多くの空気



図一3 2重の安全性に、壁に離隔して空気保持独立体を設けた断面図



図一4 第2波に備えて内部に貯まった水を自動的に抜くサイフォン

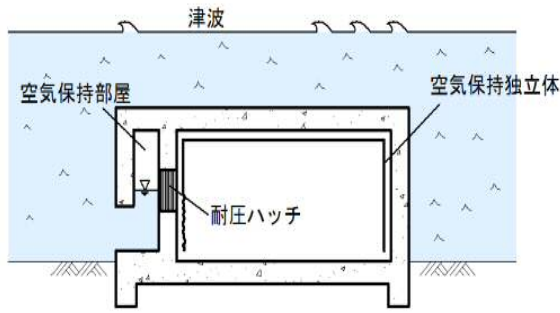


図-5 密閉構造体とした津波避難シェルター

量を確保しなければならない。それには、仕切り壁の底面部に栓つきの排水用穴あきとし逆流防止に栓を設ける方法と、図-4に示すサイフォンを設置する方法がある。サイフォン現象で引き潮と共に自動的に排水される。ただし、第2波の時にサイフォンの管の中が満水状態だと、逆に作用し、瞬間間に奥の空間が満水となる。この事態を避けるために逆流防止操作弁を仕切り壁上の位置に設けるとよい。訓練で地域住民の過半数の操作習得者を確保するのが望ましい。

図-5に津波避難シェルターを密閉構造体とした例を掲げる。入口に耐圧ハッチを設けると密閉構造となる。壁の変形が抑制されるので内部の空気圧は上がらない。かつ、濡れないというメリットがある。水圧が全体にかかるので壁厚の増加が必要となり、割りと高となる。ハッチの前面に待機空間を設けると、避難の人数、時間の余裕が生まれる。設計高さに十分な余裕が必要であり、直前の巨大地震でのひび割れ対策に空気独立保持体が必要である。津波高さが10m程度なら十分可能である。

津波は繰り返して来襲する。津波の継続時間は数分程度で引き潮となり新鮮な空気と入れ替わるが、一部地域で1m高さまでしか津波水位の低下がないので、第2波以降に備えて、その地域では基盤を1mほど嵩上げすることで対処する必要がある。もしくは地盤高が1m以上の地域であれば嵩上げせずとも特に問題はない。

津波避難シェルターに黄色のペンキを施せば、幸せハウスの象徴、目印でもあり、津波防災宣言地域として風物詩となる。旅行者も安心で、へり救助もはかどる。

6. 津波避難シェルターの効果的活用

想定外の大きな津波、逆に想定外に小さい津波、想定外に早い到達時間の津波にも有効で、安価でコンパクトな津波避難シェルターの特徴を生かして活用することが望まれる。津波避難ビル、津波避難タワーのように拠点配置として計画的に配置するのとは対照的で、適当な設置空間、空き地があれば自由にどこにでも補完的に設置できるのが特徴である。しかも、人の移動先、沿岸地域にも配置できるので効果的といえる。

以下、効果的な活用の10例について、列記する。

① 岸壁が低く、防潮堤の嵩上げが困難な地域、職場、漁業、港湾関係者の集まる荷揚げ場、荷捌き場、魚せ

り市場の海が近く最も逃げる時間がない絶望的地域で、海の仲間衆が集まる職場での活用が効果的である。

② 学校、工場などの大人数の場所、敷地

特に悲劇的に報じられるであろう大人数の学校、幼稚園、保育所、工場、事業所、人の集まる公共施設として病院、公民館、道の駅、鉄道の駅、日常生活上の利用が多いスーパー、コンビニや住居として人口集積の高いマンション、ホテルなど、人の生活、活動、集約するその広い敷地に活用を展開できる期待がある。しかもその敷地内で避難が完結する。

・学校の校庭設置では、裏山に必死に駆け上る必要がなく、校内で集団で助かることとなり悲劇のニュースが全世界を駆け巡る悲慘さを回避できることが容易に想像できる。父兄も落ち着いて安否確認をする程度で平素から安心して暮らせる地域づくりに貢献できる。引率の先生方の心労、その後に想定される責任追及から解放されることは大きい。そうなることは十分想定されるのに、結果責任を負わせるのではなく事態を想定して回避する、真っ先にこのことを考えなくてはならない。

・工場の敷地内設置では、通勤自家用車による避難がなく、ハチの巣をつついたような拡散、その影響の交通集中、大渋滞による混乱、地域迷惑がない。敷地内で避難が完結する。安否確認も落ち着いたもので、効率、効果共に絶大といえる。工場従業員の安全は経営者にとって第一に願うものである。津波避難シェルターの設置で従業員全員が助かるとなれば、サプライチェーンとしての企業責任も果たすことができ、予め地域協定を結び、地域への救助、救出活動への積極的協力も期待できる。

③ 低層だが堅固な建物の屋上

想定津波高さに対して十分な建物高さがいない場合、屋上に逃げると逆に危険である。そこで、津波高さに関係なく有効な津波避難シェルターを図-6のように堅固な建物の屋上に設置してあれば、躊躇なく屋上に逃げることができる。地域には、低層の建物、特に、公共施設には堅固だが低層の建物が多い。この低層建物の面的分布を有効活用すれば、身近に避難所を提供できる。避難可能範囲が飛躍的に広がり、特に昼間人口、働く職場の人に対してすぐ避難できる場所の提供となる。屋上に逃げて、先の東日本大震災の津波に吞まれて恐怖の中、追い詰められ多くの人々が亡くなったことは記憶に新しい。

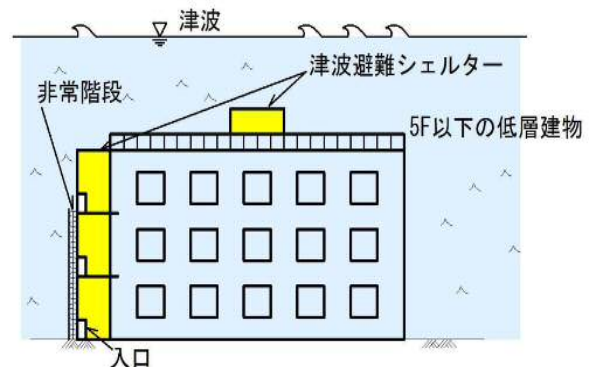


図-6 建物の屋上利用と、外側壁利用の津波避難シェルター（上方向避難か、横方向避難か選択可）

たまたま利用した建物、施設からの避難の方法も難しい。下階に降りて逃げるか、危険を承知で袋小路の上階に逃げるか瞬時の判断を要する。中、小の津波や到着時間の早い津波だと逃げる途中で溺れる危険もかなりある。低層の鉄筋コンクリート造りの危険建物には屋上設置が効果的で、下に逃げるという選択肢がなくなり、様子を見ながら余裕で上に避難できる。判断ミスがなく、一転して避難安全建物として蘇り、資産価値も上がり、地域の難所配置計画が充実し、何より地域貢献できるのが喜び、誇りとなる。たとえ、地震の液状化や不等沈下で建物が傾斜しかかっても、屋上の床がひび割れて下端が崩れても、屋上に上に凸の状態が保たれているので助かる可能性が大きい。しかも、屋上に設置することで、相対的に津波高さが低くなったのと同じで、波圧、水圧が軽減され、圧縮される内部空気圧もその高さ分、緩和される。

④ 建物の外側壁利用の立て壁空間

マンションやホテルの屋上に設置する場合、構造的検討が必要になる。また、最近のセキュリティ問題から夜間、内部に入れないところもある。外壁沿いに立て壁で空間を立ち上げると近隣住民も利用できる。立て壁のみで単独空間を設けると波圧転倒に弱い。マンションやホテルの外壁と一体化となれば、転倒の心配はなく、建物自体も耐震補強となる。建物の中からは、廊下づたいで水平、横方向にいち早く避難できるので上階に避難しようか、下まで降りて避難しようか迷わなくて済む。外からは到着順に整然と上の階に昇れば大人数でも収容可能である。各階ごとに天井壁、避難室、その入口を設ける方が浸水深は低く、保有空気量は大きい。図-6には建物外側壁を利用した立て壁空間も示す。建物の内の人や、近隣住民の外からの避難が可能で、まさしく一石二鳥の効果である。非常階段も兼用が可能である。

⑤ 建物の中間壁の2重壁化による空間

学校では、夏休み期間を利用して工事が可能である。教室間の壁を2重壁化すれば、天井が高いため必要空気量は十分に確保でき、避難時間は1分で最速といえる。特に、ぐずる低学年の全員の避難を、外に出さず、バラバラにならずまとめて避難できることは大きい。日常の訓練次第でさらに整然と避難でき、時間短縮も可能だ。また、2重壁化で学校耐震補強ともなるので、先生、父兄ともに心労から解放される。図-7に学校の教室の仕切り壁を2重壁化することで、即座に逃げ込むことができ耐震補強も兼ねることができるとした津波避難シェルターの例を示す。そのほか、マンションや、堅固な建物施設の壁でも耐震補強を兼ねた有効な手法になる。

⑥ 公園、公共用地、空地、田畑

期せずして公園では、保育園の設置が検討されている。被災した後の人の仮設テント場に利用されていることは、有効利用の一例としてよく報道されているが、津波の場合、被災した後では遅い。被災する事前に、有効利用できることになれば命が助かり、まさしく名実ともに地域の人は大助かり。少なくともトイレの改築に合わせてその2階にと、管理事務所に兼用工作物として津波避難シェルターを設置できれば、避難基地となり職員と共に多くの近隣の人命が助かるといえる。

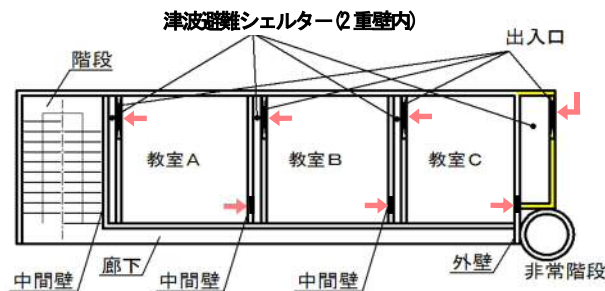


図-7 教室間を2重壁化とし、学校耐震を兼ねるとした有効利用の津波避難シェルター

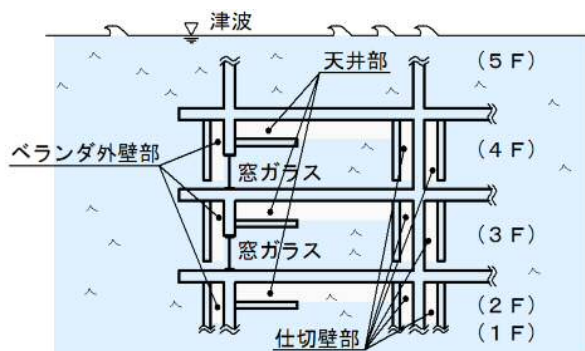


図-8 マンションやホテルの、ベランダ、天井、室内壁を有効利用する津波避難シェルター

⑦ 移動体、通勤通学の移動途上に、規則的配置

通勤通学の途上は、生身の状態でも最も危険な時間帯といえる。生活の中で移動している時間は相当を占める。安心して暮らすにはこの時間帯にも避難対策が必要だ。移動中では地域の一定の範囲内であるものの、津波に遭遇する場所、地点が不特定である。移動途中の道路沿い、列車の中からの避難する沿線沿い、自動車の運転中からの避難、バスの中からの避難を想定する必要がある。この場合、逆に津波避難シェルターを固定的、規則的に配置することで、普段から、今ならどこに飛び込むかという想像力が働き、津波避難シェルターの着色を黄色に統一してあれば潜在的記憶配置となり瞬時の判断に有効となる。見知らぬ土地での旅行者、観光訪問者にも一瞬で分かる。津波安全宣言地域としてPRできる。

⑧ 災害時要援護者、高齢者、ホテル宿泊者の身近

避難も介護者任せでは、たまの外出もできず共倒れになる。できるだけ身近に近接して津波避難シェルターを設ける必要がある。最速で避難できるために、小型化、簡素化、プレキャスト化、分割化し、あるいは木造家屋の庭、棟続き、ベランダ、室内利用などの個別の工夫が必要である。図-8に、マンションやホテルの、ベランダ上床や天井空間、室内壁を利用する例を示す。

⑨ 高さ不足の津波避難タワー

津波の想定高さは、新しい知見が出るたびに直される。そのため、設置済みの津波避難タワーでは高さ不足が生じ、立ち入り禁止となる。頂上のプラットホームに、津波避難シェルターを設置すれば大人数で助かるこ

となり、津波避難タワーが蘇生できる。この場合、津波避難シェルターの底部はプラットホームに定着することになるが、底部を省略して、側壁から定着してもよい。タワーの高さ不足分を鋼材で継ぎ足すとなると大掛かりとなり、収容人員も激減する。超える津波高さはもはや大きくないので、上に凸の津波避難シェルターは空気量が少なくてよい小部屋で良い。それどころか、さらなる想定外の高さの津波が来ても生存に心配はないので、高さを設定する設計上の不安もない。

⑩ 重要書類の書庫

津波の来襲で、永久保存の重要書類が逸失すると困る。さらに紙の書類では水に濡れると台無しになる。そこで、重要書類をシェルター内の棚の上部に保管すれば流されないし、大きな津波にも濡れない。高台の上に保管したのと同じといえ、まさしく重要書類のための保管庫、金庫の役割を果たすものと考えられる。

以上、さらに将来改築を見込むと、活用幅が広がる。

7. 避難困難地域の解消に向けて

まずは、津波避難タワーや津波避難ビルを避難基地として想定する。そこから避難可能の円を描くが、重複する多円では、津波タワーの林立となり効率的配置とはいえない。接する2円では空白部が多く、取り残された避難困難地域が生じる。人の歩行速度は、30m/分であり、できれば、200m以内の基地配置があれば最大100mとなるため走れば何とか飛び込める。実際は、町の住居の塀沿いをジグザグに走らざるを得ない場合もあるため2倍の走行となることもあるが、基本的な配置構想を描くことができる。当初の配置計画としては、居住密度に応じて濃淡をつけざるを得ないが、最終的には緻密な配慮が必要となる。大人数の学校、特に小学校、工場、事業所を考慮して、さらに、既存の高層建物のリストアップ、低層でも堅固な建物の分布から、**図-6**のように屋上や外壁沿いに避難シェルターを設置する計画とすれば面的に避難可能区域が一挙に広がる。危険建物が最も早い避難建物として蘇る。最も早い避難場所として資産価値も出る。それが避難所としてカウントできるとなれば地域の避難所配置計画が一挙に充実し、避難困難地域面積が激減する。住民の意識もあきらめから希望にあふれ避難に代わる。避難訓練にも参加しようという意識が芽生え地域の絆が向上する。ホテルの宿泊者も津波安全宣言地域で安心観光できる。小学校では、校庭に配置しても良いし、屋上に配置してもよい。幼い学童の多くの尊い命が失われることを想像すると第一に取り組む課題といえる。**図-7**の教室間の壁を2重壁化、学校耐震補強となれば、最短、最速の数分以内の全員避難が可能の避難所といえる。子を預かる先生も、預けた父兄も平穏な心で日常を送れるというもので地域としても安泰といえる。最終的には、一人ひとりの個人レベルで助かることが不可欠である。災害時要援護者、高齢者は常にテーブルに挙げていなくてはならない。最も身近に設置する例として、マンションのベランダの空間保持壁など是有効利用としてあげられる。**図-8**のベランダの

上床、室内の天井、壁を利用して生み出した避難空間、これならすぐ飛び込めるといえる。壁を2重化できれば建物の耐震補強ともなる。木造家屋の家庭では、自宅の庭に設置することが、最も現実的である。2階の寝室で寝ている場合も、パジャマのまま、着の身着のまま避難するとして少なくとも降りる時間が余分にかかる。入浴も、晩酌もゆっくりしたい。

このように、避難場所の選択肢が多いほど、充実しているほど助かる確率が高くなる。個々の事情に対しても緻密な計画、配慮が不可欠といえる。これをかなえるのが小型化、簡素化、プレキャスト化、分割化、特殊化した直近の津波避難シェルターである。さらに、犠牲者の限りなきゼロに向けては、沿道、鉄道沿線にも適宜配置、そして広い田畑の孤独な農作業、地域と離れた一軒家、災害時要援護者、高齢者の家庭、木造家屋の庭に個別配慮が行き届けば実現性が見えてくるといえる。

イスラエルでは、ガザからのミサイル攻撃に備えてシェルターを各家庭に設置している。命がかかっている切迫感、緊迫感が伝わる。自分の命は自分で守る、自助の役割を組み込む必要がある。

8. おわりに

巨大地震、それに伴う津波は明日かも知れず、待ってこない。今、100m競争のスタート台に立っているかもしれない。公助、共助、自助の中から順次、避難対策を整えていかなければならない。自然は常に人知を超えるもので自然への畏敬のもと、大きな災害とならないよう、減災となるよう努めなければならない。自然原理を利用するのも一方法である。難題が知恵をもたらすといえる。選択肢を多く持つこと、できることからやっていくことが一つの解決、方向性になるといえる。ともあれ、人は「助かる希望があること」が支えとなる。着実に一歩一歩進むこと、積み重ねることが肝要である。

限りなくゼロに近づけるといっても、まずは、33万人の死者数の想定からかなりの数を減らしていく必要がある。並行して、一人一人の住民の立場に立って考えていく必要がある。幼い集団をいかに守るかは、地域の命題である。やがては彼らが育って地域を救ってくれる。

内閣府資料では、「最大クラスの地震・津波に対して被害を減ずるため、津波避難に関する新たな施設・装備等の技術開発を促進する」とある。限りなくゼロを目指すためにも、想定外の大きな津波にも有効な津波避難シェルターが活用されることを望むところである。

参考文献

- 1) 富田穰：数分で来襲する巨大津波の避難対策：建コン近畿支部研究発表会2015. 9.
- 2) 富田穰：巨大津波に2分で避難可能とする2つの新対策：土木学会関西支部年次学術講演会2016. 6
- 3) 富田穰：想定外の巨大津波に危機耐性を発揮する2つの新避難対策：土木学会全国大会年次学術講演会2016. 9.