

被災地ケーススタディに基づく災害用早期展開シェルターの開発

Design and Development of Compact Emergency Shelters
Based on Field Visits to Post Disaster Areas○岡村精二¹, 村上ひとみ¹Seiji OKAMURA¹ and Hitomi MURAKMI¹¹ 山口大学大学院理工学研究科環境共生工学専攻

Division of Environmental Systems Eng., Graduate School of Science and Eng., Yamaguchi University

Field visits to the areas severely affected by the Hanshin-Awaji earthquake and other tsunami, volcanic and flooding disasters indicated that people can hardly endure to stay in a mass refuge environment with no privacy for a couple of weeks. Based on this survey, we clarified requirements and demand for a compact emergency shelter for family use which can be set up in limited time and space. A variation of such shelters was designed and developed, and then process of storage, transportation and setup near damaged dwellings was proposed.

Key Words : emergency shelter, disaster housing, field study, design condition, Hanshin-Awaji earthquake

1. はじめに

阪神・淡路大震災は、6千名を超す死者を出す大惨事となり、兵庫県では1,153か所の避難所で、約32万人の被災者が、衣食住の不自由な生活を余儀なくされ、必要とされた仮設住宅は5万戸であった^{1) 2)}。

しかし、1か月後に建築された仮設住宅は1,250戸に過ぎなかった。

多くの被災者が半年以上も、小中学校の体育館や公民館、市役所のロビーなどで、プライバシーのない避難生活を強いられた。特に、お年寄りの肉体的精神的疲労は大きく、そのために亡くなられた方も多い³⁾。

本研究では、近年発生した被災地における調査結果に基づき『プライバシーのまったくない避難所生活は1~2週間が限界である』との判断から、仮設住宅が完成するまでの避難生活に代わる緊急避難施設(シェルター)の必要性を確認し、シェルターが備えるべき諸条件を把握した。

さらに、災害発生後、備蓄倉庫からトラック等で配送して、被災者の自宅そばに建設(設置)し、早急に居住可能となる戸建方式の災害用早期展開シェルター(使用期間1ヶ月程度)の開発を行い、モデルA~Fの5種類の制作し、模型と試作品による実証と運用について研究した。

2. 避難所と仮設住宅の調査・分析

下記の災害における調査分析を行った。

島原市	(1991年 [平成3年] 雲仙・普賢岳噴火)
深江町	(1991年 [平成3年] 雲仙・普賢岳噴火)
奥尻町	(1993年 [平成5年] 北海道南西沖地震)
神戸市	(1995年 [平成7年] 阪神・淡路大震災)
虻田町	(2000年 [平成12年] 北海道有珠山噴火)
日野町	(2000年 [平成12年] 鳥取県西部地震)
西枇杷島町	(2000年 [平成12年] 東海豪雨災害)

(1) 避難所の問題点

地震災害: 神戸市、奥尻町、日野町

事前の予測もなく、突然発生する災害のため、自治体の対応が遅れるため、平時の災害訓練と準備が必要であ

る。災害発生時が避難者数のピークであり、その後の対応は、体制が整えば容易となる。

被災者からの反応は「突然きた災害」というあきらめもあり、初期の段階では自治体への不満が少ない。地震終息後は、早急に自宅に戻り、破損した家で居住する被災者も多い。

火山噴火災害: 島原市、深江町、虻田町

噴火前には、火山性地震が多発し、避難勧告や避難指示が出され、自治体は事前に避難所などの対応が可能となる。しかし、火山活動の終息時期の確定が難しく、避難所生活が長期化する傾向が強い。

そのため、被災者の精神的ストレスは大きい。

風水害: 西枇杷島町

災害の発生は天気予報から、住民も自治体もある程度の予測が可能。しかし、災害に対する最終的な予測は、災害発生の数時間前である。

風水害の場合、ゴミなどの後片付けが、自治体としての大きな仕事となっている場合が多い。

浸水被害の場合、2階建て住居は避難所を利用しない場合も多い。

被災者から避難所への要望⁴⁾

a. 家族だけのプライバシーの守れる空間が欲しい。

b. 家族専用のトイレ、浴室、台所が欲しい。

c. 自宅の近くに欲しい。(後片付けが容易である)

災害発生直後の場合は、広さや設備、物資について希望した人は少ない。

(2) 仮設住宅の問題点

建設費用: 1戸当たり、約290万円

(解体処分費用まで含めると約350万円)

阪神・淡路大震災の場合 350万円×5万戸=1,750億円
の税金が使われたことになる。

しかし、被災者からの反応は「壁が薄く、プライバシーが保たれていない」「安っぽく造りが悪い、狭い」「元住んでいた場所から遠い」など苦情が多かった。

仮設住宅の建設完成までに、時間が掛かり過ぎたことが、被災者の方々に大きな期待、要求を持たせてしまったことが原因と思われる。

(3)被災地調査から得た仮設住宅についての考察

- a. 被災後「仮設住宅を何戸建設すべきなのか」という決定に、各自治体とも苦慮している。
地震災害や風水害の場合：倒壊した住居数と避難者の世帯数などから必要戸数がある程度把握
火山噴火による災害：火山の終息状況が戸数決定の大きな要素。虻田町の場合、仮設住宅は借りたが、使用しなかった避難者もいる。
- b. 仮設住宅の1棟あたりの建設日数は約20日間。災害の大小にかかわらず、仮設住宅が必要な世帯は、最低20日間の避難所生活を強いられることになる。
- c. 仮設住宅のその後の処理
報道では応急仮設住宅は、海外の災害等に再使用された印象だが、実際にはほとんどが破棄処分されていた。

調査結果から、プライバシーのない避難所生活を短縮することの重要性和、自宅そばに設置し、かつ再使用可能なシェルターの開発の必要性を確認した。

3. 災害用早期展開シェルターの開発

(1)開発要件

- a. 小型で、軽量。
- b. 雨天でも容易に輸送設置が可能な構造。
- c. 多量輸送が容易。
(2トントラックで数個輸送可能)
- d. 設置場所(傾斜地、瓦礫上など)を選ばない。
- e. 設置時間は1時間以内。
- g. 強風、余震に耐える構造。
- h. クレーンなどの重機を使用せず、数名で建設・設置が可能な構造。
- i. 室内外の住宅設備を機能的に設計かつ配置する。
- j. 生活必需品、備品を収納、1週間程度は電気・水道がなくても生活可能。
- k. 備蓄、保管、保守点検が容易。
- l. 使用後、簡単な整備のみで、再使用可能。

(2)建築基準法上の検討

第85条：『非常災害の指定地域内で、国、地方公共団体、日本赤十字社が建築するもの、または被災者の自家用建物(延べ面積30㎡以内)は、防火地域内を除いては全ての規定が適用されない。3ヶ月以内は手続き不要。2年以内は要許可』

災害用早期展開シェルターは短期使用のため、法的には、すべての規定が当てはまらない。

(3)材質についての検討

- a. 強化プラスチック(FRP)による一体成形：
型の制作に費用がかかるが、大量生産には適している。強度と耐久性は、ヨット、ボートなどで証明されている。
再使用については、水洗いすることが可能あり、維持管理も容易である。形状の設計自由度が大きい。
- b. 鉄骨構造下地・外壁カラー鉄板製：
鉄骨構造体の上に、外壁材としてカラー鉄板を張る方法。一般的なコンテナハウス。
構造が簡単だが、外壁が傷つき易く、また、内部を水洗できないため、再使用には適さない。

本研究のシェルターは、災害用のため建築基準法は適用されないこと。また、再使用することを前提としていることから、強化プラスチック(FRP)の方が有効であると判断した。

(4)大きさについての検討

- a. 床面積：仮設住宅が完成するまでの緊急避難施設と考え、2㎡/人を最低床面積として開発を試みた。
4人家族の場合、2段ベッド(2人分3㎡)を採用した場合、最低必要床面積は約5㎡となる。
本研究では5~10㎡で設計を試みた。
- b. 幅・長さ・高さ：トラックの荷台により決定。(最大幅は2.3m程度)。長さは荷台の全長が基本となるが、長さ2.5mとした場合、4トントラックで2列積載可能である。

(5)ヨット、キャンピングカーの有効性

著者は25年前、ヨットによる単独太平洋横断に挑戦した。ヨットは全長6m、幅2mであった。
船内にはベッド2つ、炊事場、テーブル、簡易トイレを装備し、船首と船尾の倉庫や、ベッド下の物入れには200日分の食料と清水200リットルを積載していた。生活空間は3.4㎡だったが、快適な生活を維持できた。
キャンピングカーは、自走式、牽引式があるが、共に合理的な室内配置と設備を備えている。
太平洋横断は特殊な事例であるが5~10㎡もあれば、4人家族が、生活できる空間を創造できるはずである。

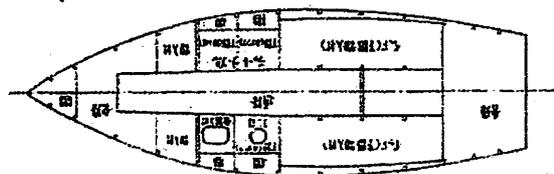
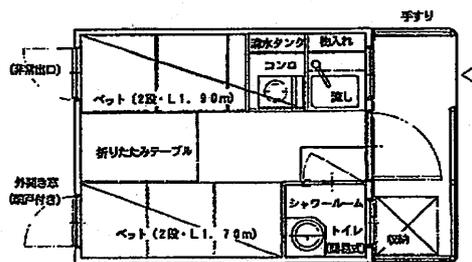


図1 ヨットの船内配置図の例

(6)開発した災害用早期展開シェルター

a. モデルA (戸建完成タイプ：5㎡)



内部平面図

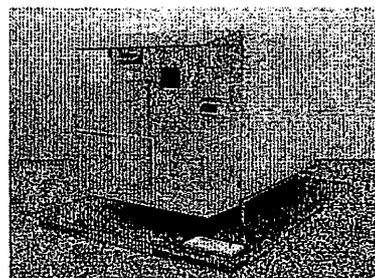


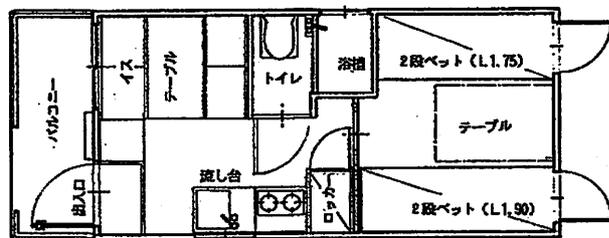
図2 モデルA

(幅2.0m×全長2.5m×高さ2.0m)

4人家族のミニマムサイズとして、床面積5㎡あればトイレ兼用シャワー室、台所、テーブル、4ベッドを取り付けることができ、短期間なら4人家族が生活可能。都会などの住宅密集地においては、効果的である。

b. モデルB (戸建完成タイプ: 10㎡)

10㎡あれば、長期にわたる避難生活にも対応可能。仮設住宅としても有効である。



平面断面図

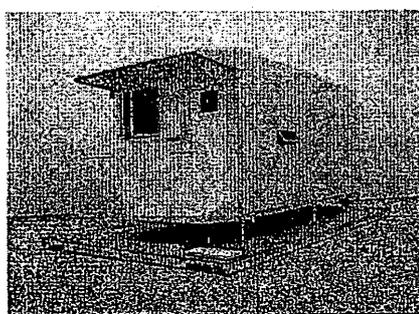


図3 モデルB
(幅2.2m×全長4.6m×高さ2.3m)

(7) 戸建完成タイプ (コンテナ方式) の利点

- a. 天候にかかわらず、輸送、設置が可能。
- b. 構造が簡単で安価、設置時に専門作業員不要。
- c. 短時間に多数設置可能。
- d. 完成品なので保守、点検が容易。
- e. 再使用が容易にできる。
- f. 室内を災害救援物資等の保管倉庫として利用可能。
- g. 災害救援物資等をコンテナ内部に入れて、輸送すれば、天候に関係なく輸送可能。

(8) 組み立てタイプについて検討

戸建完成タイプは阪神・淡路大震災のような大災害を想定した場合、輸送効率・保管効率において難点がある。大災害発生時の輸送効率を向上させる手段として、戸建組み立てタイプの開発を試みた。

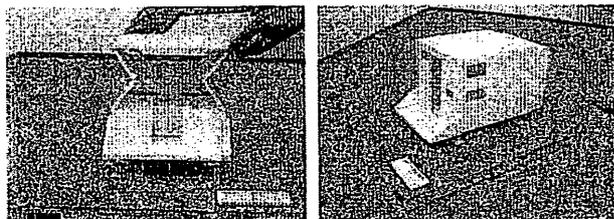


図4 モデルD (戸建組み立てタイプ)

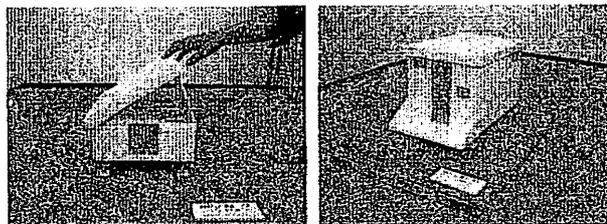


図5 モデルE (戸建組み立てタイプ)

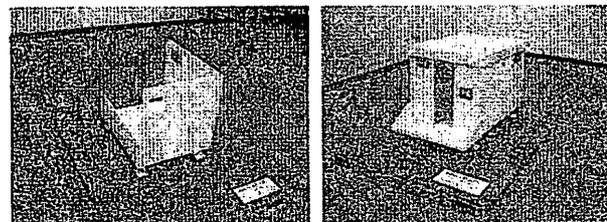


図6 モデルF (戸建組み立てタイプ)

組み立て方式として、モデルDとモデルEを開発したが、蝶番部分の強度、製造コスト、再使用時における補修管理を考慮すると、合理的な組み立て方式が、災害用早期展開シェルターにとって必要なのか、という疑問が残った。

シンプルな組み立て方式をとる発想から、モデルFを開発した。

(9) 早期展開シェルターの大きな特徴 (モデルA)

- a. 小型コンテナのため、自宅そばに設置可能。
- b. 本体はジャッキで斜面、瓦礫上にも設置可能。
- c. 外部にはベランダ、手すり、白板、郵便受、庇があり住宅のポーチとしての機能を持ち、防犯効果もある。
- d. 寝室は独立した個室、プライバシーが保護できる。
- e. 両サイドの壁には、比対称に窓が配置されている。
- f. 1戸1家族。使用后、順次撤収移動可能。
- g. 保管中の点検はコンテナ式なので容易。
- h. 組み立て方式に比べ構造が簡単。製作費用が安価。

(10) 災害用シェルターの試作品に対する考察

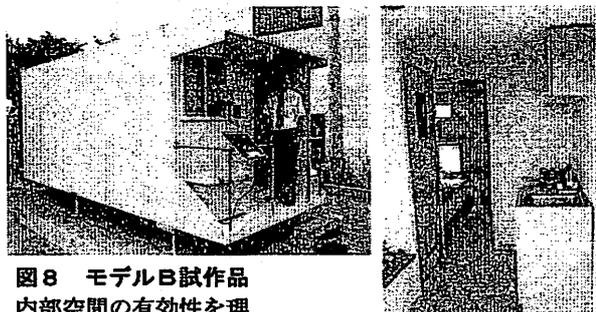
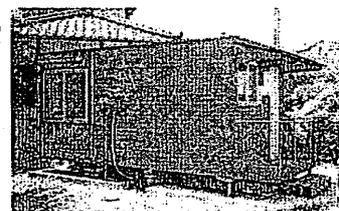


図8 モデルB試作品
内部空間の有効性を理解して頂く目的で、試作品を作成したが、見学者の評価は高かった。

試作品はその後、独居老人用に改装し、2年間使用された。



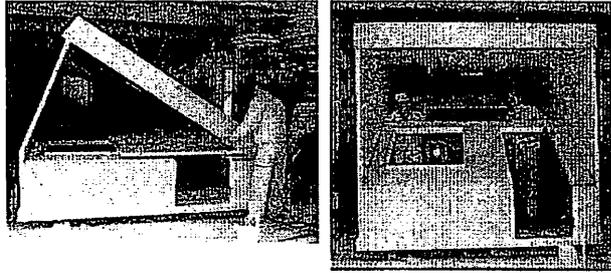


図9 モデルEの試作品

4. 災害用早期展開シェルターの運用

保管システム：形状が直方体のコンテナなので、保管点検が容易であり、特別なメンテナンスも不要である。シェルター内を災害救援物資の保管庫とすれば倉庫として有効である。各県で備蓄する場合、分散保管する。

輸送システム：被災後、トラックで搬入する。搬入困難な時は、設置場所近くにシェルターを集結させ、2～3個連結した状態で、自衛隊等の大型ヘリコプター（CH-47）で空輸する。

設置方法：敷地の広さにより、単体設置または相互連結して使用する。

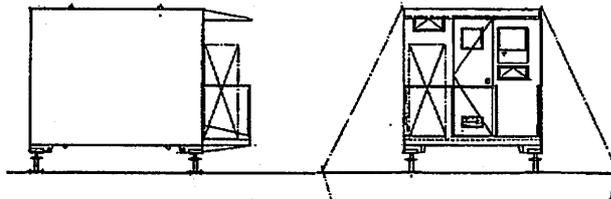


図7 設置方法

応用：避難用の山小屋、バンガロウ、ペンション、老人・子ども部屋、野外教育施設の宿泊施設、自衛隊の野営用、在宅医療用としても活用できる。

仕様をトイレ、浴室、寝室、厨房、食堂会議室などの目的に合わせ、現地で連結すれば、緊急病院や防災本部としての使用可能である。

5. 住宅機器メーカーとの共同開発

(1) PL法と建築基準法の壁

住宅用としての開発にもこだわったため、素材としてFRP（強化プラスチック）が、建築基準法上の障害となった。また折り畳み式ベッドなどが、PL法（製造者責任法）のため、採用できなかった。

(2) 自治体の防災意識の壁

住宅機器メーカーとの共同開発による緊急用仮設住宅は、全国で4ヶ所行われた見本市等で注目を集めたが、販売実績はほとんどなかった。

原因

- 防災意識の低下と備蓄という思想の欠如。
- 全国の自治体が災害に対して共通認識を持ち、同等の負担をし、備蓄するという決定がなかったこと。
- 避難所の不備など被災者の不満は、一時的な感情。しかし、仮設住宅の備蓄は、いつ起こるか分からない災害へ備えであり、多額の予算を投じることは、行政への社会的「批判」となる可能性がある。

以上を踏まえ、備蓄に対する説得力のある、理論的研究を行う必要性を感じた。

6. 結論

自治体は『被災者の要求は時間とともに大きくなる』ということ肝に銘じておく必要がある。

早急な対応こそが、被災者の精神的な負担を少なくし、被災者自身が他人への思いやりを持つだけの精神的なゆとりを得ることになる。

以上のことから『災害用早期展開シェルター』の開発を行い、また開発された災害用シェルターの運用について研究することは、被災者のプライバシーの確保と、安全・健康維持のための対策として、非常に有効であり、また自宅そばに建設（設置）可能なことから、災害後における被災者の自立や、自宅の復興にも効果的である。

シェルターの開発

想定する災害の規模と被災地の人口密集度等により、必要とされる災害用シェルターの構造は、コンテナ方式と組み立て方式が考えられる。

総合的にはコンテナ方式が有効だが、大都市・大災害では、組み立て方式は、保管・輸送効率に優れている。

価格設定

同一規格で生産を行えば、モデルA（床面積5㎡）で約150万円、モデルB（床面積10㎡）で約250万円程度。県単位でモデルA（床面積5㎡）を1000個保管すれば15億円。倉庫建築費を5億円としても20億円。各県が協力すれば、阪神・淡路大震災に対応できる。

保管倉庫

廃校になった学校の校舎や体育館を改造して使用方法もある。また東京都などの大都市なら廃船になった大型コンテナ船を湾内に停泊させ、洋上で保管すれば、1隻で2,000個程度保管可能である。

地域性

中国・九州・四国地区の場合、大都市は少なく、災害の多くは、局所的な地震や風水害である。災害用シェルターの総数も1災害で、200個程度と仮定すれば、各県で平均30個程度保管し、緊急時に近県から緊急輸送すれば1日で確保できる。

約2億円程度で災害へ備えることが可能であり、仮の大災害が発生した場合にも、老人だけは災害用シェルターに避難させることができる。また小さな災害であれば、避難生活をすることなく、その日から、自宅そばで災害用シェルターの使用も可能である。

自治体としての有効性

避難所として、学校や市役所を被災者に占有される期間が短縮され、授業の再開、市役所の業務に支障をきたさない。短期間であれば、仮設住宅としての使用も可能であり、また再使用できるので、建設戸数決定の判断も容易である。東海大地震を想定すれば、質より量が優先されるべきであろう。

参考文献

- 国土庁：平成8年版防災白書，大蔵省印刷局1996
- 消防庁：阪神・淡路大震災の記録（2），1996
- 柏原士郎他：阪神・淡路大震災における避難所の研究，大阪大学出版会1998
- 阪田弘一他：阪神・淡路大震災におけるテント村の実態に関する研究，日本建築学会計画系論文集，No.498（1997）pp123-130