

平成22年 5月18日現在

研究種目： 基盤研究 (C) 一般

研究期間： 2007 ~ 2009

課題番号： 19560581

研究課題名 (和文) 人力建設が可能な仮設シェルターの実用化

研究課題名 (英文) Study on Practical Use of Temporary Shelters Constructed  
by Manpower

研究代表者

岡田 章 (OKADA AKIRA)

日本大学・理工学部・教授

研究者番号： 90224005

研究成果の概要 (和文) : 本研究は、震災後の避難時やイベント時に人々が集える比較的大きな空間を覆える安全で居住性の高い仮設のシェルターを提案し、その実用化について検証したものである。仮設のシェルターは、超軽量で人力により簡単に建設が可能なもので、①シェルターの提案とテストビルディング、②実用化に向けた接合部などの開発、③施工方法の提案と検証、④構造安全性 (耐風性、耐震性) の検証、などの項目について行った。研究成果として、複数の実用性を有する仮設シェルターの開発を行った。

研究成果の概要 (英文) : This study is an examination for the practical use of temporary shelters. This shelter is used to enable to cover a lot of space when people gather in the event, or the community center as an emergency evacuation area. The shelter is constructed easily by human power, so it has ultra-lightweight structure. The practical effectiveness of shelters was verified by examining test building, development of the details, the construction methods of using only manpower, and the safety of structures.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2008年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2009年度	400,000	120,000	520,000
年度			
年度			
総計	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学 ・ 建築構造・材料

キーワード：人力建設、仮設シェルター、防災、アルミニウム、膜材

## 1. 研究開始当初の背景

1995年の阪神・淡路大震災、あるいは2004年の中越地震の被災経験を通じて、さらには今後発生するであろう大地震を予見する中で、今日「耐災工学」に対する関心が極めて高

まりつつある。地震後の避難施設は、被災直後には緊急用テントや体育館などの公共建物が利用され、その後徐々に仮設住宅へと移行していく。いずれも個人的な居住性に対する問題点があげられ、その向上が検討されている。

一方、避難生活や地域の復興を考える上で重要なことは、コミュニティのあり方であり、地域共同体としての活力を生み出す仮設的施設の供給が必要と考えられる。たとえば、ミーティング、食事、子供の遊び、医療や休憩、といった比較的大きく、多目的な公共空間の簡易な提供が求められている。しかし、現状では、こうした仮設施設のあるべき姿や構造システムに関して、建築学的な視点に立った「耐災工学」的な研究例は、ほとんど報告されていない。

## 2. 研究の目的

避難時又はイベント時に、簡単に人力により建設が可能な新しい仮設シェルターのシステムを提案し、実用化に向けて構造技術、外皮性能、室内環境、多様な用途に対する適用性、等について検討を進めることを目的とする。

本申請における「新しい仮設シェルター」は、上述の避難時の仮設シェルターとしての位置づけだけでなく、提案する仮設シェルターを、学区や町単位の祭りや催し物での美しいアート空間としての活用を想定する。日常時の催事（イベント）や祭りにおいて、こうしたシェルターの建方を共同し行うことは、震災などの非常時に役立つ技術を継承するだけでなく、コミュニティの精神を育成するためにも重要である。

超軽量な仮設シェルターの実用化は、住民や学生の参加により短時間で容易に収納・建設を可能とするため、広範な適用性を有し、昨今の社会的ニーズも非常に高いと考える。このため本申請の実施は、社会貢献としても望ましいプロジェクトと考える。

## 3. 研究の方法

超軽量で組み立てや展開が人力で可能な新しい仮設シェルターの実用化をめざし、以下の項目を中心に研究開発を進めた。

- ・仮設シェルターの提案とプロトタイプ製作
- ・実用化に向けたディテールの開発と仕上げ材の開発
- ・人力による施工方法の提案と検証
- ・構造安全性の検証と内部環境の評価

各研究年度の具体的な研究テーマを以下に示す。

—————<2007 年度>—————

- (1) 本研究テーマに関する技術的、社会

的な事例調査と現状分析

- (2) 安全性と居住性に優れた避難用シェルターに関する要求機能の分析、整理
- (3) 具体的な問題点の抽出と研究方法の検討
- (4) 軽量な仮設シェルターの提案
- (5) 提案した仮設シェルターの構造特性の把握・検証
- (6) シェルターの力学的な安全性の検証
- (7) 人力による施工方法の検討
- (8) ディテールの検討と開発
- (9) プロトタイプの試作
- (10) 施工方法の検証と問題点の把握

2007 年度は、はじめに (1) として、既往の研究成果と事例調査を通じて各専門分野から多角的に分析を行う。また (2) として、想定する供用期間の設定の上、構造・材料・環境・意匠・施工・維持管理等の観点から分析、整理を行い、(1)、(2) の分析結果を踏まえて (3) において問題点の抽出と今後の大きな方針を決定する。

続いて、(4) として様々な視点から実用化が可能なレベルの仮設シェルターの提案を行う。提案したシェルターの構造システムに関して、基本的な構造性能の把握を試み、解析的に検証を行う (5, 6)。また力学的な要求性能を満足し、かつ人力による施工方法に配慮したディテールの検討・開発を行う (8)。

最後に (1) ~ (8) を踏まえてプロトタイプの試設計と実際の試作を行う (9)。試作モデルのテストビルディングを通じて施工方法、ディテールなどの問題点を把握する (10)。

—————<2008 年度>—————

- (11) プロトタイプの問題点の整理
- (12) 改善プロトタイプの試作
- (13) 施工方法の検証
- (14) 仕上げ材の要求性能の把握とディテールの検討
- (15) 仕上げ材のプロトタイプへの適用および検証
- (16) 改善モデルにおける構造・環境実験、数値解析による検証
- (17) 繰り返し利用における問題点の把握

2008 年度は (11) として、試作を通じての問題点の整理・分析を行い、それを踏まえて再度改善されたプロトタイプの試作を試み (12)、施工方法の検証を行う (13)。

続いて、様々な利用形態を想定して、仕上げ材の要求性能を把握し、施工方法を勘案しながらシェルターへの容易でかつ確実な取り付けが可能なディテールの検討を行う (14)。さらに仕上げ材をプロトタイプへ適

用し検証を行う (15)。

最後に、試作モデルを用いた構造性能の把握実験、および内部環境の把握実験を行い、数値解析結果等との検証を行う (16)。また、試作モデルを用いて繰り返し利用を想定した問題点の把握を試みる (17)。

———<2009 年度>———

(18) プロトタイプ of テストビルディング、施工マニュアルの作成

(19) イベント空間への適用性の拡大 (利用率の向上) やコストダウンの検討

(20) 研究成果のまとめ

2009 年度は、施工方法のマニュアルの作成を行い、プロトタイプ of テストビルディングを通して検証、改良を行う (18)。利用率の向上を目指してプログラムの検討を行い、コストダウンを視野に入れ、システム、施工方法、ディテールなどを総合的に再検証する (19)。最後にこれまでの研究成果をまとめる (20)。

#### 4. 研究成果

各年度の研究成果を以下に示す。

2007 年度は、まず既往の研究成果と事例調査を通じた分析を行い (1)、想定する供用期間を設定の上、構造・材料・環境・意匠・施工・維持管理等の観点から分析、整理を行った (2)。分析結果を踏まえ、問題点の抽出と計画方針を決定し (3)、実用化を視野にいたれた 2 種類の仮設シェルターの提案を行った。2 種類の具体的な形状とシステムは、「展開システムを利用した箱型シェルター (写真 1)」、「半球型の単層ドーム形状のシェルター (写真 2)」である (4)。提案したシェルターについて模型の製作や解析を通じて基本的な構造性能の把握を試み (5, 6)、さらに力学的な要求性能も満足しつつ、かつ人力により建設が可能なディテールや施工方法の検討を行った (7, 8)。

以上を踏まえ、実際に小規模なプロトタイプ of 試設計、試作を実施し (9)、試作モデルの人力によるテストビルディングを通じて施工方法やディテールなどの問題点の把握を行った (10)。なお、2007 年度に計画した (1)～(3) の分析と問題点の抽出に関しては、十分に実施されたとは評価できなかったため、次年度も引き続き継続することにした。

2008 年度は、前年度十分実施できなかった (1)～(3) のテーマに加え、(11) 試作を通じて問題点の整理・分析を行い、再度改善されたプロトタイプ of 3 種類の提案、試作を

行い (12)、施工方法の検証も行った (13)。3 種類の具体的な形状とシステムは、「半球型の単層ドーム形状のシェルター」、「展開システムを利用した箱型シェルター」、「木材の初期曲げを利用したプリベンディング・シェルター (写真 3)」である。またそれぞれ施工方法を勘案したディテールの検証も行った。

(14)。なお、(15)～(17) の検証、把握に関しては十分に実施されたとは評価できないため、2010 年度に引き続き実施することにした。ただし、仮設としての要求機能の整理より (16) のうち、環境実験の必要性和緊急性が高くないと分析されたため、割愛することにした。



写真 1 展開システムを利用した箱型シェルター



写真 2 半球型の単層ドーム形状のシェルター



写真 3 木材の初期曲げを利用した  
プリベンディング・シェルター

2009 年度は、前年度十分実施できなかった (15)～(17) のテーマに加え、(18) プロ

タイプのテストビルディングを通して施工マニュアルの作成などを行った。また、イベント空間への適用性の拡大 (19) を目指して、仮設シェルターとしての適用性が非常に高いシザーズ構造で用いられるケーブル材の張力のばらつきを考慮した設計・施工手法について、キューブ型のシザーズ構造を対象に強風時の終局耐力に関する検討を行った。また検討結果より施工時の張力管理のあり方やディテールなどの見直しに伴うコストダウンの可能性も把握された。最後に、これまでの研究成果のまとめとして、開発してきた複数の人力建設が可能な仮設シェルターについて、面積、体積、部材数、収容人数、仕事量、施工性、生産性、意匠性、安全性、等の指標により各シェルターの性能評価を定量的に行い、研究成果としてまとめた(20)。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 19 件)

①竹内義典、斎藤公男、岡田章、宮里直也、森山卓也、メンブレン式切頂二十面体ドームの基本的構造特性に関する研究 (その1) 膜材付加の効果と仮設空間への適用性について、2008 年度日本建築学会大会(中国) 学術講演梗概集、査読無し、B-1 (構造 I)、2008、959-960

②竹本孝輔、斎藤公男、岡田章、宮里直也、藤川英哲、張弦シザーズ構造の壁面構造体への適用性に関する基礎的研究 (その1) 基本的構造特性の把握、2008 年度日本建築学会大会(中国) 学術講演梗概集、査読無し、B-1 (構造 I)、2008、985-986

③水野佑理、岡田章、斎藤公男、宮里直也、竹内義典、メンブレン式切頂 20 面体ドームの施工方法の提案 ~パンタドーム構法適用の可能性~、2008 年度日本建築学会大会(中国) 建築デザイン発表梗概集、査読無し、2008、220-221

④水野佑理、斎藤公男、岡田章、宮里直也、竹本孝輔、キューブ型張弦シザーズ構造の基本的構造特性に関する研究 (その1) 基本的力学的性状の把握と数値解析手法の提案、2009 年度日本建築学会大会(東北) 学術講演梗概集、査読無し、B-1 (構造 I)、2009、801-802

⑤山田達也、岡田章、宮里直也、斎藤公男、竹内義典、トリアン分割されたジオデシッ

クドームの基本的構造特性に関する研究 (その1) HP形状の膜パネル付加の効果と仮設空間の適用性について、2009 年度日本建築学会大会(東北) 学術講演梗概集、査読無し、B-1 (構造 I)、2009、809-810

⑥道下祐貴、岡田章、宮里直也、斎藤公男、嶋山峰行、サスペン・アーチ・グリッドルーフの基礎的研究-プリベンディング・アンブレラの仮設空間への適用性に付いて- (その1) プリベンディング・アンブレラの提案と付加荷重に対する抵抗について、2009 年度日本建築学会大会(東北) 学術講演梗概集、査読無し、B-1 (構造 I)、2009、813-814

⑦水野佑理、岡田章、宮里直也、斎藤公男、道下祐貴、キューブ型張弦シザーズ構造の基本的構造特性に関する研究 -施工時張力のばらつきを考慮した構造性能評価-、2009 年度日本建築学会関東支部研究報告集 I、査読無し、CD、2010、181-184

[その他]

ホームページ等

<http://dome.arch.cst.nihon-u.ac.jp>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

岡田章 (OKADA AKIRA)

日本大学・理工学部・教授

研究者番号： 90224005

### (2) 研究分担者

斎藤公男 (MASAO SAITOH)

日本大学・理工学部・教授

研究者番号： 10059446

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：