

博士論文(要約)

伸縮性のある膜材を用いた仮設パビリオン建築のデザイン  
と施工の統合システム

隈太一

近年、大学などの研究機関を中心に、デジタルファブリケーションの技術を用いた、「仮設パビリオン建築」の多くの実験がなされている。こうした試みは今後の建築の可能性を広げる上で大きな意味があると考えられる。本研究では、こうした「仮設パビリオン建築」を対象として、デザインから施工までの統合システムの提案を行う。具体的には、伸縮性のある膜材に着目し、その素材特性を用いて、複数の素材の組み合わせながら実際のパビリオンを実験として制作する。デザインから施工への連続的なプロセスを、明らかにする。各章の構成、要約は以下のようになる。

## 1\_背景

建築におけるかたち、形態の生成のアプローチの中から、特に、素材特性によって決まる形態、情報技術によって変化する形態などの生成プロセスを説明する。そして、それらのアウトプットのひとつとしての仮設パビリオン建築に言及する。近年、大学などの教育機関において、デジタルファブリケーションの実験としても仮設パビリオン建築はつくられており、その背景をいくつかの事例とともに紹介する。そして、2000年以降につくられた、仮設パビリオン建築に着目し、素材の力学的特性(連続的、離散的)、幾何学的特性(剛な特性、柔な特性)によってそれらを分類する。

本研究では、**Form Finding**のように素材特性によって形態を生成するシステムを提案するが、同時に、これまでの建築材料として用いられていなかった素材特性の幅を広げるといいう目的がある。言い換えれば、**新しい素材特性の組み合わせによって建築をデザインするシステムを、いくつかのパビリオンのデザインから施工のプロセスを通して提案する。**

素材特性によって形態をつくる上で、かつ、建築材料としての今後の可能性があると考えられる、伸縮性のある膜材に着目する。そして、その素材特性と他の圧縮材との組み合わせによる、パビリオンのデザインから施工の統合システムを研究対象とする。

そして、これまでに行われた、伸縮性のある膜材を用いて、つくられた模型実験や仮設パビリオン建築の事例を紹介する。

## 2\_目的

**素材特性による建築形態の多様性の創発**を大目的とし、新しい素材特性の組み合わせによって建築をデザインするシステムを、4つのパビリオンのデザインから模型実験、施工のプロセスを通して提案する。具体的に、**伸縮性のある膜材と他の素材特性の組み合わせ、または伸縮する膜材の使い方の中でも新規性のある、以下の4つを実験目標とする。**

- A\_伸縮性のある膜材を構造的に用いる。
- B\_伸縮性のある膜材の形状を部分からコントロールする。
- C\_伸縮性のある膜材のみによって、自立する構造体をつくる。
- D\_伸縮性のある膜材と柔な特性の異なる材を組み合わせる。

### 3\_実験方法

#### 3\_1 先行事例

ここでは、まず素材から形態生成を行う先行研究として、フライ・オットーの **Form Finding**。そして、デジタルファブリケーションで最も多くみられる **Component Based**(コンポーネントが集積した)なパビリオンとして、「**Digital Tea House(2010)**」。素材の曲げ弾性を形態生成に積極的に取り入れたパビリオンとして、「**Fiber Defined Pavilion(2015)**」。以上、3つのデザインから施工までのプロセスを説明する。

#### 3\_2 デザインと施工の統合システムの提案

素材特性から多様な形態を生成し、それを建築スケールに発展する上で、重要だと考えられる要素として、3\_1 のケーススタディの中で見られた以下の2点があげられる。

- 1) 「**Form Finding**」の特徴である、素材特性を用いた模型実験による形態生成
- 2) 「**Component Based**」の特徴である、模型スケール、パビリオンスケールの物理的な実験とコンピュータによるモデリング、シミュレーションのフィードバックプロセス

この2つの要素を、「**Fiber Defined Pavilion**」のプロセスは有している。これを、本研究では「デザインと施工の統合システム」とし、この方法を用いて実験を行う。そして、ここでは、システムの構成を具体的に説明する。

### 4\_実験

#### 4\_1 実験に用いる素材

伸縮性のある膜材の中でも、模型とパビリオンに用いる4種類の膜材を選定する。それは、大別して、熱によって収縮するフィルム系と、力を加えて伸縮する繊維系とに分かれる。

#### 4\_2 パビリオンによる実験

「伸縮性のある膜材を用いた仮設パビリオン建築のデザインと施工の統合システム」の実験として、4つのパビリオンの製作を行う。

4\_2\_1 "Minimal Surface Pavilion"[2011]

4\_2\_2 "Circle Pack Pavilion"[2012]

4\_2\_3 "Spacer Fabric Architecture"[2013]

4\_2\_4 "Weaving Carbon-fiber Pavilion"[2015]

### 5\_分析 -パビリオンのデザイン施工プロセスの評価-

デザインから施工までの4つのパビリオンの実験を評価する。

さらに、実験に用いた、4種類の伸縮性のある膜材の自由度を評価する。具体的には、膜材によって、組み合わせ可能な圧縮材の形状、状態が異なるため、膜材ごとの組み合わせの自

由度を明らかにする。

## 6\_結論

### 6\_1 実験/分析に関して

パビリオン制作の実験、分析・考察から得られた知見に基づき、それぞれのパビリオンの素材特性の可能性、伸縮する膜材におけるデザインと施工のシステムによる成果を説明する。

「仮設パビリオン建築」において、デザインから施工までを連続的に行う上で重要であると考えられるのは以下の3点である。

- ① 模型とパビリオンで素材の幾何学的、力学的特性を連続させる。
- ② 模型とパビリオンのつくり方を連続させる。
- ③ **Computational Simulation** により、素材の幾何学的、力学的特性をモデル化。

### 6\_2 素材特性に関して

1章「背景」の中、1\_5「パビリオンにおける素材特性の組み合わせ」では、素材の幾何学、力学的特性の組み合わせによって、分類したパビリオンのマトリックスを作成したが、結果的に、そのマトリックスの中で、4つのパビリオンがどのマスを埋めたかを明らかにし、同時に今後の展開として可能性の素材特性の組み合わせを探す。

さらに、これら4つのパビリオンにおいて、同じ伸縮性のある膜という特徴を持ちながら、それら素材の伸縮の仕方が様々なことによって、幾何的特性、力学的特性から、組み合わせることができる圧縮材が異なってくるが、今回、使用した素材の組み合わせ以外にも可能な組み合わせをここでは明らかにする。

### 6\_3 総括

伸縮性のある膜材を用いた、4つのパビリオンにおける実験/分析、さらにそれらで使用した素材特性に関しての考察を行った結果を、これまでの建築設計のプロセスの中で俯瞰的に位置づけながら総括を行う。

## 7\_展望 -仮設パビリオン建築から恒久建築へ-

本研究で提案した、仮設パビリオン建築におけるデザインと施工の統合システムの建築的応用にとって、重要である要素を明らかにすると同時に、それに対する具体的な提案を行う。