

風・温熱環境解析を用いた屋根形状に関する研究
—イタリアと日本の住宅及び宗教建築を参考にして—

建築学専攻
建築環境工学研究

MJ22015
指導教員

いなほさくら
稲葉さくら
西村直也

1. 研究の背景と目的

近年、建築と自然の共生する新しい時代の環境建築デザインに関心が高まっている。これまでは、基本計画時から定量的な環境解析を行うことは少なく、確認として環境シミュレーションを行うことが多かった。しかし、建築の設計を行う際、設計者が初期計画段階からどのような環境性能を持っているかを解析により把握し、その結果を計画案に反映させて進めることが、より持続的な建築計画案を得るために有効であると考えられる。

本研究では、まず、屋根に特徴がある4つの建築物を対象にCFDにより風・温熱環境を解析し、屋根形状の特性把握を行った。さらにそこで得られた知見から建築と自然の共生ができる形態を見つけ出し、計画に活かすことを目的とした。

2. 研究手順

研究の手順は以下の通りである。

- 1) 参考建築物の資料を取得する。
- 2) 資料をもとに、ArchiCADを使用し4つの建築物の3Dモデルを作成。
- 3) 作成した3DモデルのデータをCFD解析ソフトにインポートし、それぞれ解析を行う。今回はSTREAM2023を使用し、気温、相対湿度、気流速度、表面温度の算出をする。
- 4) 解析結果から屋根形状の分析を行う。
- 5) 建築と自然の共生に効果的な屋根形状を複数作成し、解析を行う。
- 6) 以上のことより、屋根形状の計画プロセスと設計の提案を行う。

3. 解析対象建築物の解析

3.1 参考建築物の概要

解析をする建築は、屋根形状に特徴がある以下の表1に示す4つの建築とした。

3.2 解析条件と評価方法

解析条件はWeather Sparkをもとに、1時間ごとの温度、湿度、気流条件を割り出し、解析領域内に吹く風にデータを登録することにより、実際の気候条件の再現性を高くしたモデルを作成した。また、日射に関してはASHRAE2013を基に算出している。解析対象とする季節は夏とする。評価は、湿り空気線図に表示された快適域に、算出した温度・湿度が当てはまる場合に快適であると評価する。また、風は1.0m/s以下を快適域とする。

3.3 解析結果

解析結果に関しては屋根形状の分析につながったものを代表として図1,図2に示す。東京ジャーミーでは、ドーム屋根の表面温度が上がりやすいことが分かった。また、トゥルッコに関しては、屋根の表面温度が地面の温度より低かった。さらに、パンテオンやトゥルッコでは屋根穴や煙突による空気の吸い出し効果があり、室内に空気が循環していた。

表1 参考建築物

	
パンテオン	トゥルッコ
	
東京ジャーミー	栗津邸

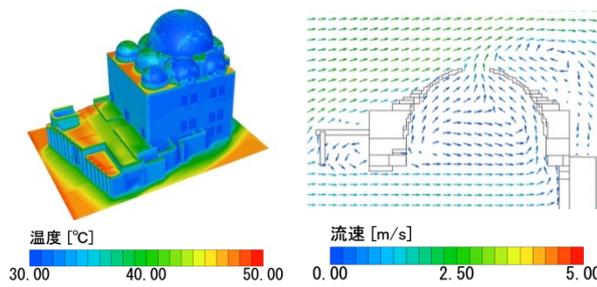


図1 東京ジャーミー
表面温度分布図

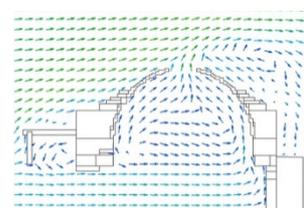


図2 パンテオン 気流断面図

4. 屋根形状を例とした計画プロセスの提案

4.1 敷地選定、解析条件と評価方法

計画プロセスの屋根形状に対して解析を行う際の敷地は奄美大島とする。これは、夏季において比較的安定して風が一定の方向から吹いており、自然環境を生かした屋根形状が考えられやすいためである。解析条件、評価方法は3.2と同様のものとする。

4.2 屋根形状の計画プロセスと設計案

9つのプロセスを経て、設計案を導き出した。

計画プロセスの各形状は以下に示す通りである。

第1形状を表2に示す。参考建築物の解析結果から、円錐の断面勾配が直線、むくり、反りである3種類の屋根形状を考え、各屋根に穴がない場合、頂部に穴がある場合、穴を開けながら雨を入れない入母屋型の場合の3通りを掛け合わせ、計9種類のモデルを作成した。これは、屋根表面の日射の受け方と表面温度との関係性や屋根内部の空気の溜まり方、穴がある場合の空気の吸い出し効果を検証するためである。

第2形状を図3に示す。むくりと反りを組み合わせた屋根の頂部に穴をあけることで、表面温度が低く気流が循環すると仮定するモデルを作成した。

第3形状を図4に示す。むくり屋根の代わりに球体を採用し、より日射を受け流し、表面温度が下がると仮定したモデルを作成した。

第4形状を図5に示す。第3形状の南側に2階建のモデルを作ることで、反りの表面温度を下げ、球体上部に

発生する風を室内に引き込めると仮定したモデルを作成した。

第5形状を図6に示す。床下に新たに空間を設けた第3形状のモデル全体をドームで覆うことで、室内温度が下がると仮定したモデルを作成した。

第6形状を図7に示す。第5形状のドーム内のモデルに風向きに対して垂直な壁をたて開口部を小さくするとともに、ドームに開口を設けることでダブルスキン間に風を通し、室内温度が安定すると仮定したモデルを作成した。

第7形状を図8に示す。東西方向と南北方向のどちらに長い形の方が、表面温度が上がりにくいかを確かめるモデルを作成した。

第8形状を図9に示す。第6形状のモデルを東西方向に引き延ばし、シェル屋根をかけた。室内の開口面積をトゥルッコと同様にし、風向きと開口の位置を平行にすることで、室内温度が下がると仮定したモデルを作成した。

第9形状を図10に示す。第8形状を人が生活できる実用的な空間に構成し直し、床下空間を設け、それを覆うシェル屋根を2重にすることで、日射の影響を室内に及ぼさないと仮定したモデルを作成した。

ここでは、最終形状であり、設計案となった第9形状の解析結果を以下に示す。

室内温度は図11に示す。12時~14時を除き、室内温度が28.5°C以下と快適域には入っていないが第8形状と比べ低くなった。また、ダブルスキン間と室内に温度差ができており、ダブルスキンの効果があることが分かった。流速に関しては1.0m/s以下で快適域に当てはまっていた。絶対湿度に関してはどの時間帯も0.02kg/kg(DA)程度と高かった。

5.まとめ

屋根をダブルスキンにし、床下に空間を設けることが建築と自然の共生に効果的である。一方、湿度や温度が快適域に入っていないこともあり、今後も改善を重ねていく必要がある。

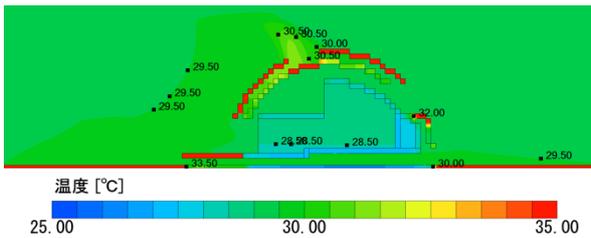


図11 第9形状 14時 室内温度 断面図

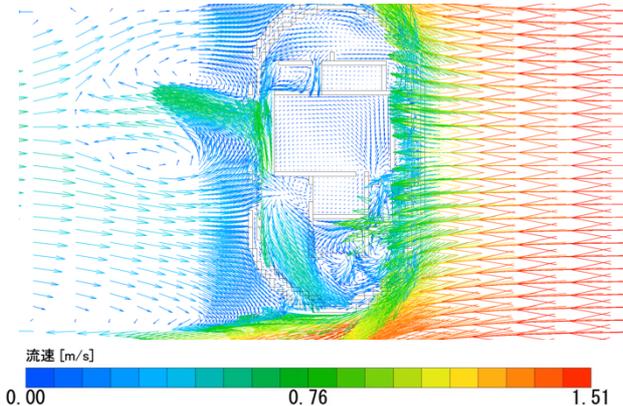


図12 第9形状 24時 気流 平面図

表2 第1形状

	むくり	直線	反り
穴なし			
穴あり			
入母屋			

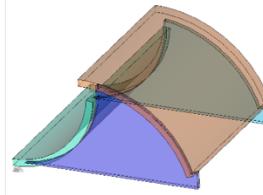


図3 第2形状

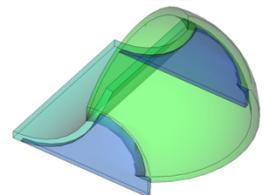


図4 第3形状

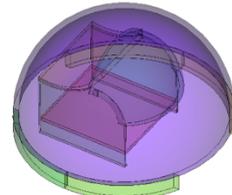


図5 第4形状

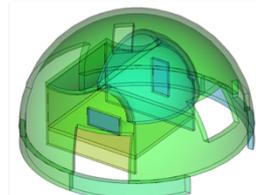


図6 第5形状

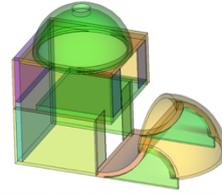


図7 第6形状

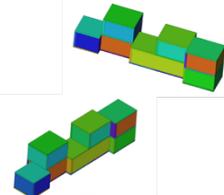


図8 第7形状

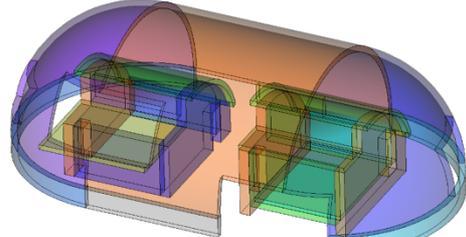


図9 第8形状

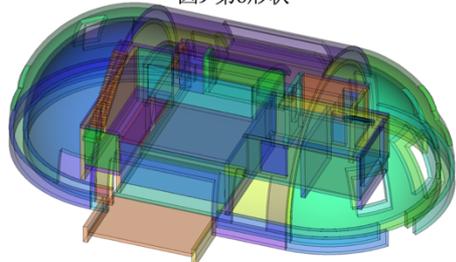


図10 第9形状

謝辞

本研究を実施するにあたっては、国土館大学理工学部の南泰裕教授にはお世話になった。ここに感謝の意を示す。

参考文献

- 1) 東京大学生産技術研究所・原研究室, 住居集合論
- 2) 土井鷹雄他, 世界建築設計図集
- 3) 建築シミュレーション建築デザインガイドブック