

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	半屋外の膜構造建築空間に形成される光・熱環境の予測・評価手法の構築
Title(English)	
著者(和文)	親川昭彦
Author(English)	Akihiko Oyakawa
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9507号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:梅干野 晁,浅輪 貴史,田村 哲郎,山田 哲,中村 芳樹
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9507号, Conferred date:2014/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	親川 昭彦	
		氏名	職名	氏名	職名
論文審査 審査員	主査	梅干野晁	連携教授	中村芳樹	准教授
	審査員	浅輪貴史	准教授		
		田村哲郎	教授		
		山田 哲	准教授		

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「半屋外の膜構造建築空間に形成される光・熱環境の予測・評価手法の構築」と題し、以下の6章から構成されている。

第1章「序論」では、都市の半屋外空間を有する建築物において自然エネルギーを有効に利用しながら良好な光環境と快適な熱環境を創出することの重要性を指摘し、膜構造建築空間（以下、膜下空間という）に着目する意義を述べている。そのうえで、膜下空間の光・熱環境を予測・評価する手法を構築し、環境設計に適用することによって、その有用性を確認することを、本研究の目的として述べている。

第2章「半屋外膜下空間における光・熱・風環境の実態把握」では、膜下空間の光・熱環境の予測手法の構築に向けて、膜材料の光・熱環境調節に関わる特性を調べるとともに、実在する膜下空間を対象として光・熱・風環境の実態を明らかにしている。まず、材料試験により、膜材の日射透過と反射に関わる特性を調べ、建築物に利用される樹脂系膜材の数値シミュレーションに必要な分光指向特性のデータベースを作成している。次に、半屋外の膜下空間において実測調査を行い、光環境に関しては透過光を考慮した照度分布について、熱環境に関しては表面温度分布や気温、放射等による熱的快適性への影響を分析している。これらの結果より、膜下空間における昼光の特徴を示すとともに、透過日射により膜下空間の地表面温度が上昇し、熱放射環境が悪化するという課題点を指摘している。以上の材料試験と実測調査による実態把握の結果を踏まえ、膜下空間に形成される光・熱環境の予測・評価手法の構築に必要な開発要件を提示している。

第3章「透過日射を考慮した膜構造建築空間における光・熱環境の予測手法の開発」では、前章で示した開発要件を踏まえ、膜材料を透過した日射により形成される膜下空間の光環境と熱環境を同時に予測する手法を開発している。設計支援ツールの観点から、既往研究により構築された屋外熱収支シミュレーションツール（以下、既往ツール）を基に、光環境と熱環境の計算アルゴリズムにおいて類似する箇所を統合し、両者を効率的に連動解析する手法を示している。その上で、膜下空間の光環境の評価を行うために、膜材からの可視光線の透過を考慮した昼光照度計算アルゴリズムを導入し、感度分析及び実測結果との比較により計算精度の検証を行っている。熱環境に関しては、既往ツールの計算アルゴリズムを拡張し、膜材の熱収支計算式を導入することにより、表面温度分布と透過日射を考慮した平均放射温度分布の算出を可能としている。

第4章「膜下空間における光・風環境を考慮した熱環境評価手法」では、膜下空間の設計において光環境と風環境との関係性も考慮に入れながら熱環境の評価を行うための手法を提示している。まず、前章で開発した予測手法に、既往の数値流体力学シミュレーション手法を導入し、膜下空間の通風性状を考慮した熱環境の評価を可能としている。さらに、膜下空間における光・熱・風環境のトレードオフ評価の考え方について論じた上で、既往研究で提案されている多目的最適化手法を適用し、評価項目の関係性をチャートで表現することで、トレードオフ評価による設計判断を行う方法を示している。また、第2章で実測調査の対象とした膜下空間を対象とし、本予測・評価手法を膜構造の設計判断の過程の中に適用することで、光環境と熱環境の両面から最適な材料の選択が可能であることを示している。

第5章「半屋外膜下空間の光・熱・風環境の予測・評価手法の活用」では、駅プラットフォームの設計計画を取り上げ、前章までに開発した予測・評価手法を適用することで、本手法の有用性を確認している。駅プラットフォームの屋根材料に着目し、現状の非透過性の屋根材料を膜材に変更することで膜材の昼光利用効果を評価し、さらに太陽高度の低い時間帯における膜下空間への直達日射の侵入に対しては、通風利用も想定した屋根形態に変更することで、通風の促進とともに昼光照度を改善できることを示している。一方、透過日射による熱放射環境の悪化に対しては、蒸発冷却部材を床面と壁面に適用することにより通風を考慮に入れた改善方法を提案しており、膜下空間の設計プロセスにおいて、光・熱・風環境の評価結果を反映する設計支援の方法を検証している。

第6章「結論」では、各章で得られた知見と結果を総括して結論を述べるとともに、今後の課題を示している。

以上要するに、本論文は、半屋外空間を有する膜構造建築物を対象に、光・熱環境を予測・評価する手法を構築することで、膜下空間の光・熱環境のトレードオフの関係性に配慮した設計を可能にしている。この成果は、主に意匠面と構造面を中心に行われてきた膜構造建築物の設計プロセスに加え、環境面にも配慮した設計に寄与するものであり、工学上貢献するところが大きい。よって本論文は博士（工学）の学位論文として十分な価値があるものと認められる。