

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	組合せ剛性理論に基づく3次元構造物生成手法の探究 - 建築デザインへの応用を目指して -
Title(English)	
著者(和文)	小林祐貴
Author(English)	Yuki Kobayashi
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:乙第4150号, 授与年月日:2018年1月31日, 学位の種別:論文博士, 審査員:藤井 晴行,大佛 俊泰,中井 検裕,竹内 徹,斎尾 直子,鍵 直樹
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:乙第4150号, Conferred date:2018/1/31, Degree Type:Thesis 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

論文審査の要旨及び審査員

(2000字程度)

報告番号	乙 第 号	学位申請者	小林祐貴	
	氏 名	職 名	氏 名	職 名
論文審査員	主査 藤井晴行	教授	斎尾直子	准教授
	大佛俊泰	教授	鍵 直樹	准教授
	中井檢裕	教授		
	竹内 徹	教授		

本論文は「組合せ剛性理論に基づく3次元構造物生成手法の探究-建築デザインへの応用を目指して-」と題し、以下の7つの章から構成されている。

第1章「序論」では、研究の背景、既往研究、研究の目的及び概要について述べている。構造物の接続関係をグラフ表現し、構造物が剛であることをグラフの特徴として示す組合せ剛性理論に基づき、剛な構造物の生成手法を構築し、建築デザインに応用することを目的としている。建築設計者は直感的に部材の接続関係などから「剛な構造物として実現可能である」、「実現するために柔らかそうな部分には部材を追加する」というような判断を行なう建築設計者の直感を組合せ剛性理論に基づいて定式化するものであり、建築デザインの初期段階から剛性の精密な検討が可能となり、設計者が思い描く形態をより自然に建築物として実現することを可能にすると論じている。

第2章「構造物の剛性行列と剛性の組合せ的特徴付け」では、本論文で扱っている、剛な棒材がピン接合によって繋がれた bar-joint フレームワークと、剛なパネルがヒンジによって繋がれた panel-hinge フレームワークを定義し、数値解析による剛性の判定方法を論じている。bar-joint フレームワークは bar-joint グラフ(棒材をグラフの辺、ピン接合をグラフの頂点に対応付けて得られるグラフ)によって、panel-hinge フレームワークは panel-hinge グラフ(パネルをグラフの頂点、ヒンジをグラフの辺に対応付けて得られるグラフ)を用いて剛性を特徴付けることができることを示している。

第3章「極小剛な panel-hinge グラフの逐次生成手法」では、逐次的に極小剛な panel-hinge グラフを生成する5つの操作を定義し、次の2つのことを明らかにしている。はじめに、極小剛な panel-hinge グラフに対して5つの操作を行なうことができるいずれのグラフもまた、極小剛な panel-hinge グラフであることを示している。次に、5つの操作の操作列を施すことにより、すべての極小剛な panel-hinge グラフを生成可能であることを示している。

第4章「panel-hinge グラフの冗長剛性及び冗長大域剛性の特徴付け」では、panel-hinge グラフの剛性の冗長性(冗長剛性)とグラフの混合連結度の関係を明らかにしている。ここでは、3次元以上において、次の三つの条件が等価であること、すなわち、panel-hinge グラフが (k, h) -剛($k-1$ 個の頂点と $h-1$ 本の辺を除いたグラフが剛なグラフ)であるという一つ目の条件、panel-hinge グラフが (k, h) -大域剛であるという二つ目の条件、グラフが $(k, h+1)$ -連結(k 個の頂点と $h+1$ 本の辺を除いたグラフが連結であるグラフ)であるという三つ目の条件が等価であることを示している。

第5章「剛な panel-hinge フレームワークの生成手法」では、第3章の極小剛な panel-hinge グラフを生成する操作に基づき、剛な panel-hinge フレームワーク(折板構造物)を生成する手法を探究している。さらに、フラクタル図形に基づき、空間充填多面体を基本形とする剛な panel-hinge フレームワークを生成する手法を提案している。加えて、提案手法が建築デザインに応用可能であることを、構造物の例や模型を作成することによって示している。

第6章「極小剛な bar-joint フレームワークの生成手法」では、空間充填立体の bar-joint フレームワークに対して、最小本数の筋交いを追加することで極小剛とする手法を示している。さらに開発した操作を拡張し、内部空間や開口部を想定した極小剛なトラス構造物の生成手法を提案している。

第7章「結論」では、本論文で得られた成果と今後の課題について述べている。

以上を要するに、本論文は組合せ剛性理論に基づいた剛な構造物の生成手法を明らかにし、新たな建築デザイン手法として有用であることを示すものであり、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して認められる。