

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Equivalent static seismic loads for double-layered domes supported by multistorey substructures
著者(和文)	NairDeepshikha
Author(English)	Deepshikha Nair
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12217号, 授与年月日:2022年9月22日, 学位の種別:課程博士, 審査員:竹内 徹,坂田 弘安,五十嵐 規矩夫,田村 修次,石原 直
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12217号, Conferred date:2022/9/22, 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		Nair Deepshikha	
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	竹内 徹	教授	審査員	石原 直	教授
	審査員	坂田 弘安	教授			
		五十嵐 規矩夫	教授			
		田村 修次	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Equivalent static seismic loads for double-layered domes supported by multistorey substructures」と題し、多層構造で支持された大スパン複層鉄骨ラチスドームの地震応答評価手法を論じた論文であり、以下の7章で構成されている。

第1章「Introduction」では、通常多層構造で設計用静的地震荷重や弾塑性時の応答低減係数が確立されている一方、多層構造で支持されたライズを有する屋根の地震応答特性を分析した研究は少なく、多層支持構造付ドーム屋根の耐震設計を行うための等価静的地震荷重や弾塑性設計手法が確立していない現状を分析し、本研究の目的を述べている。

第2章「Case study of a long-span dome with multistorey substructures」では、下部支持構造に制振部材付き架構や心棒架構を挿入した大規模ラチスドーム屋根構造について、制振部材により屋根の地震応答低減を確認できる一方で、下部支持構造の高次振動モードと屋根の振動モードとの相互作用により応答が著しく増幅される特性を明らかにしている。この高次モード応答の影響は現行の日本建築学会およびIASS（国際シェル・空間構造学会）設計指針の等価地震荷重では考慮されておらず、精度向上のためには下部支持構造の高次モードと屋根の相互作用を定量化する必要があることを明らかにしている。

第3章「Roof-substructure interaction in multistorey substructures」では、応答スペクトル解析を用いて、様々な下部支持構造剛性と屋根-下部支持構造質量比を持つスパン60、100、150mの2層ドームのパラメトリック解析による分析を行い、1層および多層モデルにおける屋根-下部支持構造の相互作用を分析し、各主要振動モードの屋根応答への寄与を、新たに提案した支配応答比によって特徴付けている。

第4章「Roof amplification factors for substructure higher mode」では、多層支持構造付ドーム屋根の等価地震荷重を評価するために、屋根モードと下部支持構造2次モード比(T2モード)による付加応答を評価するための増幅係数を提案している。提案された手法はT2モードが支配的な下部支持構造(周期比範囲 $0.2 < R_{T2} < 2$ )において特に有効であり、T1モードのみを考慮した場合に過小評価される屋根部材の割合が約99%に達するのに対し、T1+T2モードの両方を考慮した場合にはわずか1%に減少することを確認している。

第5章「Equivalent static loads in single-storey substructures: the R-factor approach」では、応答スペクトル法に基づく屋根応答増幅率アプローチを降伏後の剛性が異なる1層座屈拘束ブレース架構(BRBF)付ドームに適用し、米国設計規準で使用されている下部支持構造の塑性化に伴うNewmarkとKrawinklerの低減係数(R-factor)の適用性と有効性を検討している。また塑性化後の2次剛性が高い場合には、支持構造応答評価にKasaiらが提案した等価線形化法を応用することで時刻歴応答解析に近い精度で屋根構造の応答を推定できることを明らかにしている。

第6章「Equivalent static loads in multistorey substructures: the R-factor approach」では、提案されたR-factorアプローチの精度を60mと150mの多層BRBF支持ドームについて調査し、提案手法の適用範囲について検討している。多層支持構造ではより大きな支持構造部の応答が発生するが、分析したすべてのモデル(60mおよび150mスパン)において、Newmark法は、R-factorアプローチに基づいた評価法の中で最も安全側の屋根応答加速度を与えることを示している。降伏後の剛性比が低い( $p \leq 2\%$ )BRBFの場合、Newmark法とT1+T2モードの両方を考慮した増幅係数の組み合わせを用いれば時刻歴応答解析の平均応答と比較して屋根部材の応答過小評価率は6%以下となり、極稀に遭遇するレベルの地震入力に対し安全側の屋根応答が得られることを示している。一方、 $p > 2\%$ の2次剛性比の高い構造物(BRB付ラーメン構造など)では、Kasaiらの手法を下部支持構造の応答評価に応用することで屋根部の応答評価値が安全側で得られることを示している。

第7章「Conclusions」では、各章で得られた成果を統括し、提案した地震応答評価手法は下部支持構造1次固有周期が $0.4s \leq T_1 \leq 1.5s$ の範囲、降伏後の剛性比が25%までの弾塑性多層構造で支持された複層ラチスドームに関し、3つの地震入力レベルすべてにおいて、時刻歴応答解析の効率的な代替法であることを述べている。

以上を要するに、本論文では多層構造で支持された大規模複層ラチスドームの屋根構造と支持構造の相互作用を工学的に整理し、さらに日米の耐震設計規準の考え方に準拠した実用的な設計手法を弾塑性応答の範囲まで明示した点で工学および工業の発展に寄与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。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容