

B-22

RC造の下部構造に支持された単層ラチスドームの振動応答性状に関する基礎的研究  
Basic research on the vibration response properties of a single-layer lattice dome supported by an RC substructure

○栗原大樹<sup>1</sup>, 石鍋雄一郎<sup>2</sup>, 中島肇<sup>3</sup>

\*Daiki Kurihara<sup>1</sup>, Yuichiro Ishinabe<sup>2</sup>, Hajime nakajima<sup>3</sup>

Abstract: It is known that in a large-span dome structure, a vertical response is excited under a horizontal seismic motion, and multiple vibration modes occur. These properties may be affected by the vibrational properties of the substructure when the dome is supported by the substructure. Most of the research on the dome structure is on the lattice dome supported by the steel structure, and there are relatively few studies on the lattice dome supported by the substructure of the RC structure. In this report, we confirm the basic response characteristics of a single-layer lattice dome with the elastic entire model the RC substructure.

1. はじめに

ドーム構造の地震時の応答性状についてはこれまでに多くの研究がなされており、大スパンのドーム構造物では、水平地震動の入力を受けた際に鉛直方向への応答が励起されることや、複数の振動モードが発生することが知られている<sup>[1]</sup>。これらの性質は、ドーム部が下部構造によって支持された場合、その振動性状の影響を受けることが考えられる。

ドーム構造物の研究の多くは、鉄骨造で支持されたラチスドームに関する研究であり、RC造の剛性の高い下部構造に支持されたラチスドームを対象とした研究は比較的少ない。そこで、本報ではモデル全体を弾性として下部構造をRC造とした単層ラチスドームの基本的な応答性状を確認する。

2. 解析概要

固有周期、振動モード、有効質量比などの振動特性を把握するため、構造を部材レベルでモデル化した解析モデルを作成する。対象構造物はFigure1に示すようなドーム部及び2層の下部構造から構成される単層ラチスドームとする。

ドーム部は、スパン100m、ライズ15mの鉄骨造とし、最外周部にはテンションリングを配置する。

下部構造は、RC造とし下部第1層は120本、下部第2層は60本の柱から構成される。第1層はスタンドが付くことを想定し、母線方向7mで高さ7mの1スパンラーメン架構とし、第2層を高さ8mとする。実際の設計において下部構造に耐力壁が付くことを想定し、下部構造の外周部に1スパンおきに耐力壁を設ける場合と設けない場合の2種類のモデルを設定する。下部第2層の床レベルについてはラーメン架構となることから、剛床仮定とする。

仮定したドーム部及び下部構造の部材諸元をTable1

に示す。ドーム部材は文献<sup>[1]</sup>を参考にし、地震荷重時の部材応力が短期許容応力度以内となるような部材を設定した。テンションリングは文献<sup>[2]</sup>を参考に部材を設定した。ドーム部の固定荷重は単位表面積あたりの重量を1.27kN/m<sup>2</sup>とする。各層の質量分布はTable2に示すとおりであり、各節点に集中質量として作用する。内部減衰は部材初期剛性比例型とし、ドーム部の

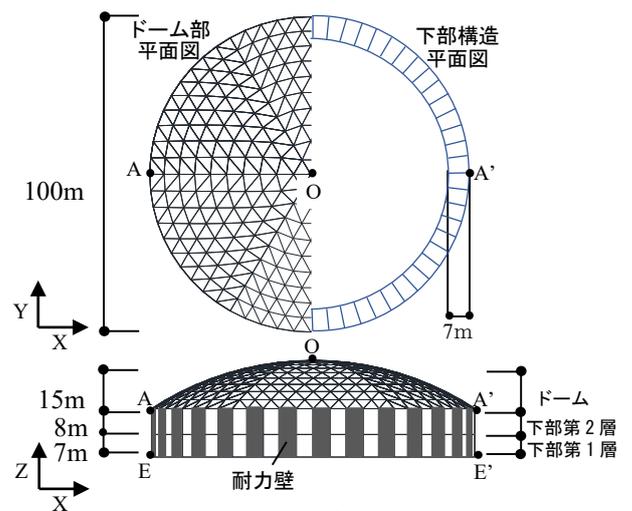


Figure1. Model Diagram

Table1. Element Specifications

部材	断面寸法	構造種別
ドーム部材	P-267.4×9.3 (STKN490B)	S
テンションリング	P-650×25 (STK490)	S
柱	800×1000	RC
梁	300×600	RC
基礎梁	300×1500	RC
耐力壁	t=180	RC

Table2. Mass distribution (ton)

	耐力壁あり	耐力壁なし
ドーム部	1109	1109
下部第2層	867	602
下部第1層	4151	3655

1：日大理工・院(前)・建築 2：日大短大・教員・建築 3：日大理工・教員・建築

鉄骨造で2%，下部構造のRC造で3%とする。

### 3. 固有値解析

耐力壁ありモデル，および耐力壁なしモデルの固有値解析結果を Table3 及び Figure2 に示す。

Table3 には，固有値解析結果から，各モデルの有効質量比の大きい振動モードを主要な振動モードとして，有効質量比の大きい順に抽出したものを示している。

耐力壁ありモデルでは，周期の短いモードが主要な振動モードとなり，ドーム部分が上下に振動するような振動モードを示す。耐力壁なしモデルでは，比較的周期の長いモードが主要な振動モードとなり，ドーム部と下部構造と一緒に水平変形をする振動モードを示す。耐力壁の有無による下部構造の剛性の変化により，ドーム部の振動特性は大きく異なることが確認できる。

### 4. 正弦波の作成

ドーム構造における振動応答を把握するため，固有値解析から各モデルに得られた主要な振動モードの周期を持つ正弦波を 10 サイクル分作成し解析モデルに入力する。入力方向は X 方向への水平入力とし，入力加速度を  $200\text{cm/s}^2$  にスケーリングする。

### 5. 応答解析結果

#### 5-1. 最大応答加速度

Figure3 に各モデルに正弦波を入力した際のドーム稜線部の最大水平応答加速度及び，最大鉛直応答加速度を示す。

耐力壁ありモデルについては，最大水平応答加速度，最大鉛直応答加速度のどちらの分布もモード図と同様に細かく変化している分布となっている。また，最大水平応答加速度より最大鉛直応答加速度のほうが励起されやすい傾向がある。耐力壁なしモデルにおける最大水平応答加速度については，耐力壁ありモデルと異なり，ドーム部でほぼ一定の応答を示すことが確認できる。

#### 5-2. 最大部材検定比，最大鉛直変位

Figure4 に各モデルの部材応力により，検定比が最大となった部材の位置とその部材の検定比を示す。また，鉛直変位が最大となった節点とその時の変位を示す。検定比は，時刻歴応答解析中に最大となる軸力と曲げモーメントの値を用いて簡易的に算出している。

耐力壁ありモデルでは検定比 0.69 であるのに対し，耐力壁なしモデルでは検定比 1.29 となる。有効質量比の大小に伴い，部材への影響度が異なると考えられるが，本報の検討では耐力壁ありモデルの方が短期許容応力度に対する余裕度があることが確認できる。

検定比，鉛直変位のどちらも，耐力壁ありモデルで

はドーム中心付近に現れ，耐力壁なしモデルではドーム外周付近に現れる傾向がある。

### 6. まとめ

本報では，RC 造の下部構造に支持された単層ラチスドームを対象として，耐力壁の有無が正弦波入力に対するドーム部の応答にどのような影響を与えるかを検討した。

今後はランダムな地震動に対する検討，及び下部構造の塑性化，ひび割れ等を考慮した検討を進めていく。

### 7. 参考文献

- [1] 社団法人日本建築学会：空間構造の耐震設計と設計例，pp.19-64,162，2001年
- [2] 社団法人日本建築学会：ラチスシェル屋根構造設計指針，丸善，pp.71-78，2016年11月

Table3. Eigenvalue analysis result

耐力壁あり		耐力壁なし	
周期	有効質量比	周期	有効質量比
T(s)	Mx (%)	T(s)	Mx (%)
0.232	31.8	0.496	56.4
0.112	21.1	0.163	25.2
0.232	8.41	0.156	3.7

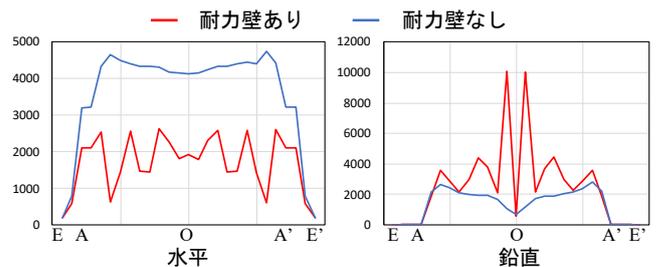
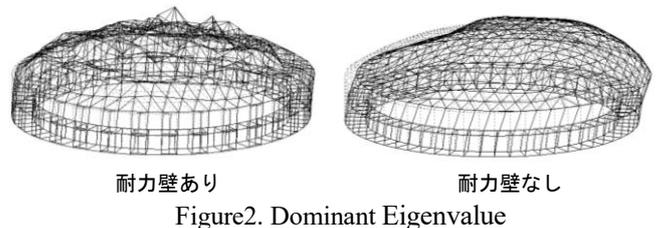


Figure3. Maximum Acceleration Response

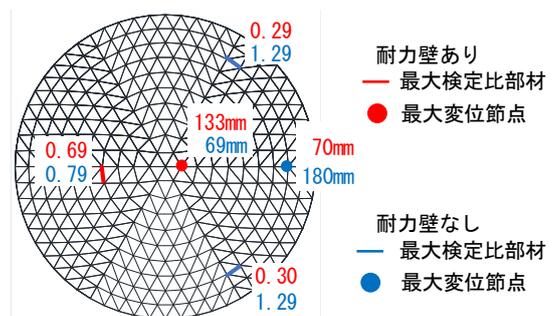


Figure4. Maximum allowable stress ratio and maximum displacement