

B-57

ライズスパン比の違いが大規模ドームの振動特性に与える影響について

Effect of rise span ratio on vibration characteristics of large-scale dome

○栗原大樹¹, 石鍋雄一郎², 中島肇³*Daiki Kurihara¹, Yuichiro Ishinabe², Hajime Nakajima³

Abstract: It is known that the dome structures vibrate up and down due to asymmetric vibration of the dome roof. The purpose of this study is to confirm the fundamental response characteristics of the 200m class dome under variation of the rise span ratio.

1. はじめに

ドーム構造物が水平地震動を受けると、ドーム屋根の非対称振動により上下動が大きく励起することが知られている。既往の研究¹⁾において、ドーム部と下部構造の間に免震層を設ける(以下「免震ドーム」と表記)ことでドーム部への応答を抑える検討がされている。本研究では巨大地震動に対して、免震層でのエネルギー吸収と共に、下部構造に制振デバイスを導入した場合の有効性や応答性状について検討することを最終目的とするが、本報ではライズスパン比(以下「H/L」と表記)を変化させたときの200m級非免震ドームの基本的な応答性状を検証する。

2. 解析概要

解析モデルは既往の研究²⁾を参考にする。ドーム部、免震層および下部構造から構成され、スパンLは200mとし、H/Lは扁平なものを含めた0.05, 0.15, 0.25の3パターンとする(Figure 1)。それぞれの半開角は11度, 33度, 53度である。ドーム構造は複層トラスによるパラレルラメラ分割とし、解析モデルでは単材のBeamモデルに置換する。下部構造は1層60本の円柱から構成される、3層の等価せん断型弾性モデルとする。重量はナゴヤドームの下部構造の床面積を参考にし、床面積に対する単位床重量を10kN/m²として重量を算出する。剛性は一次設計時の層間変形角が1/600となるような値とした。部材全てを初期剛性比例型減衰とし、減衰定数をトラスとテンションリングは0.02、柱は0.03とする。本報では免震層を剛体とした非免震モデルでの解析を行う。仮定したドーム部の部材諸元をTable 1に示す。ドームの固定荷重は、単位表面積当たりの重量2.5kN/m²として各節点に集中荷重として作用させる。入力地震動はImperial Valley地震(1940) El centro NS記録、(以下「El centro NS」と表記) BCJ-L2、兵庫県南部地震(1995) JMAKOBENS記録(以下「JMAKOBENS」と表記)の3波を採用し、入力最大加速度A_{max}を500cm/s²にスケールリングして、X方向に入力する。

3. 解析結果

Figure 2, 3に稜線部の最大水平応答加速度および最大鉛直応答加速度を示す。入力地震動によらずH/Lが大きいほど水平応答加速度の値は大きくなることが確認できる。H/L 0.05は地震動によらずA-A'の区間でほぼ一定の値を示した。H/L 0.15に対してH/L 0.25の最大値はEl centro NSの場合1.6%大きい、JMAKOBENSの場合34.0%大きいことが確認できる。鉛直応答加速度の値はH/L 0.15が一番大きくH/L 0.05が一番小さくなることが確認できる。既往の研究¹⁾より、ドーム部最下部の立ち上がり角度が大きいほど応答が小さくなるが、今回の解析でもそのような傾向が確認できた。また、H/Lに関係なくドーム部頂点

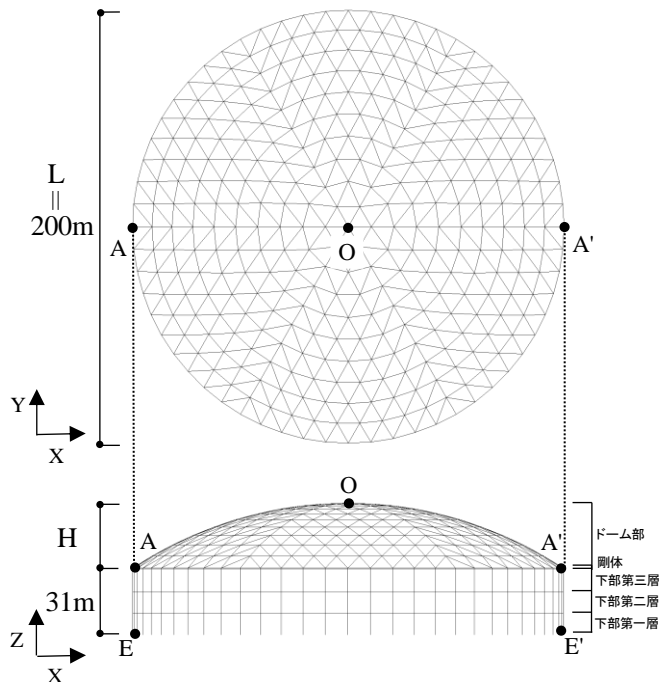


Figure 1. Model Diagram

Table 1. Element Specifications of The Dome Part

部材	断面寸法	規格	梁せい
トラス上下弦材	H-400 × 408 × 21 × 21	SN490	2m
テンションリング	2Ps-φ 800 × 40	STKN490	2m

1: 日大理工・学部・建築 2: 日大短大・教員・建築 3: 日大理工・教員・建築

の鉛直加速度はほぼ0になる。Figure 4 にドーム部の Beam 部材に生じた曲げ応力と共に、各部材端で発生した曲げモーメントを示す。同じ横軸値で値が2つあるのは部材端部に発生した曲げモーメントを示す。全ての地震波において同じような波形が確認できた。ドーム部頂点付近に着目すると、H/L 0.25, 0.05, 0.15 の順番に大きくなるのが確認できる。各3パターンについて比較すると H/L 0.05 はドーム部頂点付近において最大値を示しており、H/L 0.15, 0.25 はドーム部最下部において最大値を示しほぼ同じ値になることが確認できる。しかし、H/L 0.15 は他2パターンに比べてドーム部頂点付近の値が大きくなり、El centro NS で最下部の約90%、JMAKOBE でも約65%の曲げモーメントが出る。ドーム部頂点ではどのケースもほぼ0を示した。

4. まとめ

本報では、200m級非免震ドームの基本的な応答性状を確認した。今後は巨大地震に対する免震ドームの振動応答や下部構造に制振デバイスを設けた場合の応答を検証する予定である。

5. 参考文献

[1]加藤史郎ら：「入力低減型支持機構を有する大スパンドーム構造物の地震応答性状—免震層の降伏せん断力係数の影響について—」, 日本建築学会構造系論文集 第518号, pp.57-64, 1999年4月
 [2]山崎由美子：「巨大地震に対する免震ドームの応答特性に関する基礎的研究」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.819-820, 2019年9月
 [3]向山洋一：「単層ラチスドームの地震応答性状ならびに層せん断力係数に関する研究」, 豊橋技術科学大学博士論文, 1996年3月

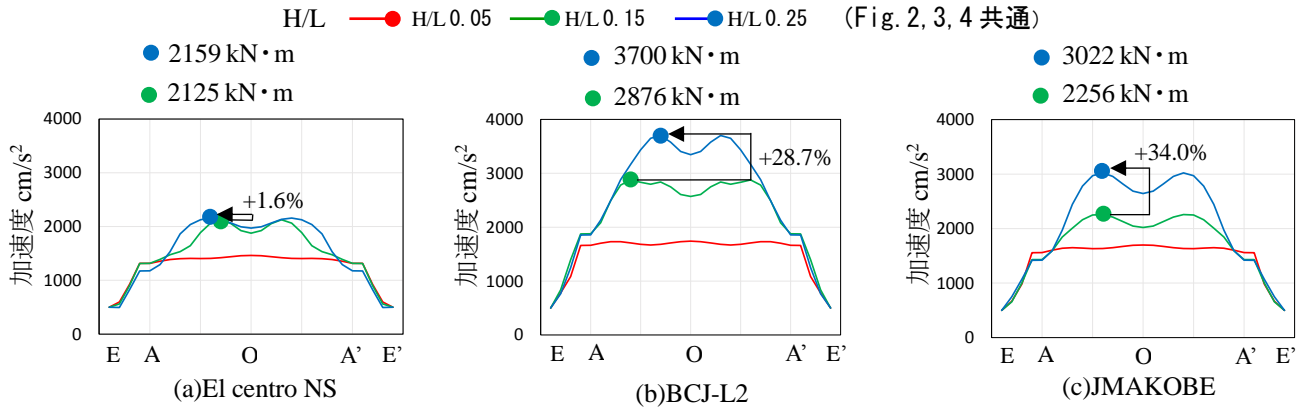


Figure 2. Maximum Horizontal Acceleration Response along E—E'

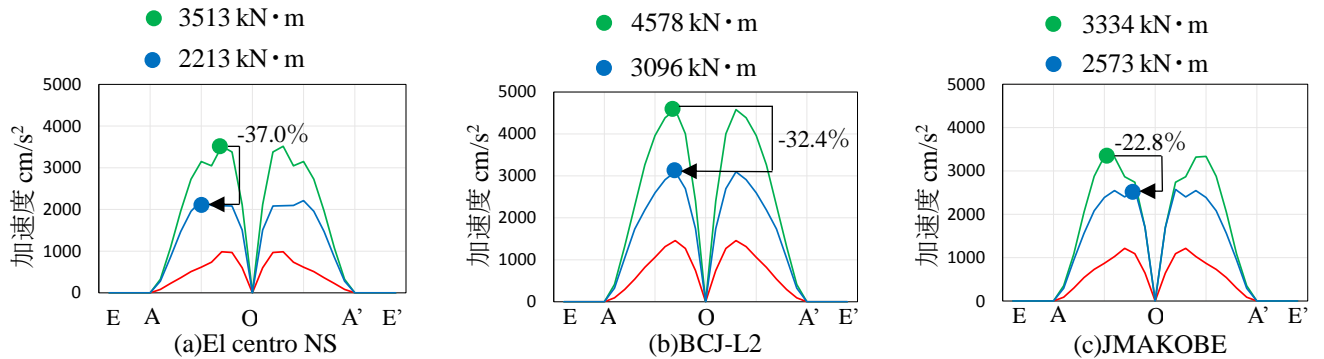


Figure 3. Maximum Vertical Acceleration Response along E—E'

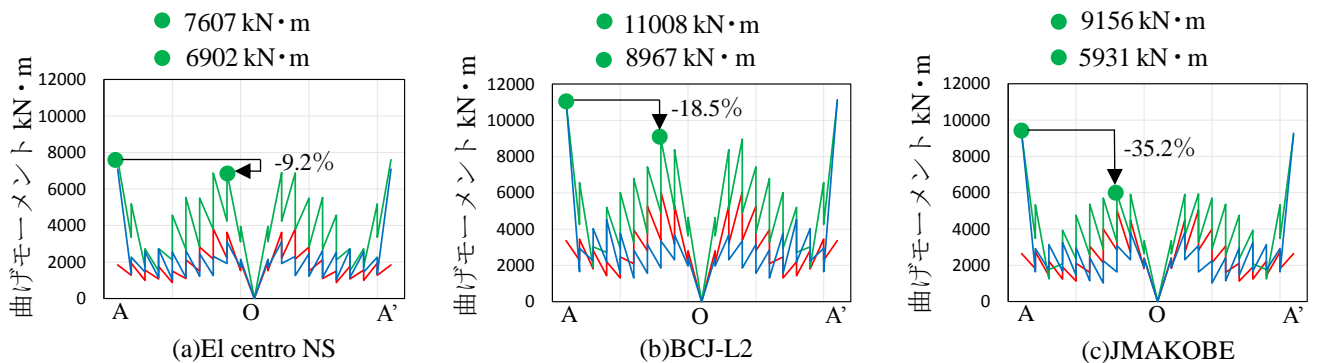


Figure 4. Maximum Bending Stress Response along A—A'