

D. M. を用いるモード制御法に基づく配置方法 による応力の変化について検討

Examine a change of the stress by the placement method based on the mode control method with D.M.

坂田成輝² 古橋剛¹ 朱楽豊³
Naruki Sakata² Takeshi Furuhashi¹ Houraku Syu³

Dynamic mass (hereinafter referred to as D. M.) is a device that amplifies the axial motion into the rotational direction motion by the ball screw, thereby increasing the displacement amplification magnification β in the rotational direction with respect to the axial deformation.

In this research, a non-seismic stereo model is used as a basic model. Consider the stress change of each model to which D. M. is added and look for the most appropriate D. M. placement method.

1. はじめに

ダイナミック・マス(以下,D.M.)はボールねじにより軸方向運動を回転方向運動に増幅変換することにより、軸方向変形に対する回転方向の変位増幅倍率 β を増加させるデバイスである。

本研究では非制震の立体モデルを基本モデルとする。D.M.を付加した各モデルの応力の変化を考察し、一番適切な D.M.の配置方法を探す。

2. 入力地震動

今研究では BCJ-L2、El Centro 1940 NS、JMA-KOBE、3つの地震波を使用して、解析を行う。最大速度は 0.25m/s に基準化している。以下の応答解析結果は El Centro 1940 NS 波を用いた結果である。

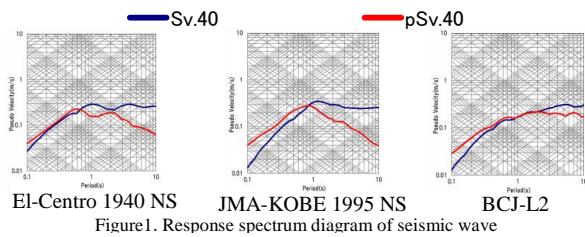


Figure1. Response spectrum diagram of seismic wave

3. 検討モデル

3-1. モデルの設定

Table1. Column		Table2. Beam	
角型鋼管	寸法 (mm) A × B × t	H型鋼	寸法 (mm) A × B × t ₁ × t ₂
1層	500×500×40	端梁	918×303×19×37
2層	500×500×40	1層	918×303×19×37
3層	500×500×36	2層	912×302×18×34
4層	500×500×36	3層	912×302×18×34
5層	450×450×32	4層	900×300×16×28
6層	450×450×32	5層	890×299×15×23
7層	400×400×32	6層	890×299×15×23
8層	400×400×32	7層	890×299×15×23

1 スパン 5000mm、1層 5000mm の 8層立体フレームモデルを使用する。構造は鉄骨造とし、柱と梁は表 1 と表 2 に示して、スラブはブレース置換法によりブレースに置換し、減衰は剛性比例型で 1 次モードに 2% 付与している。各層質量は

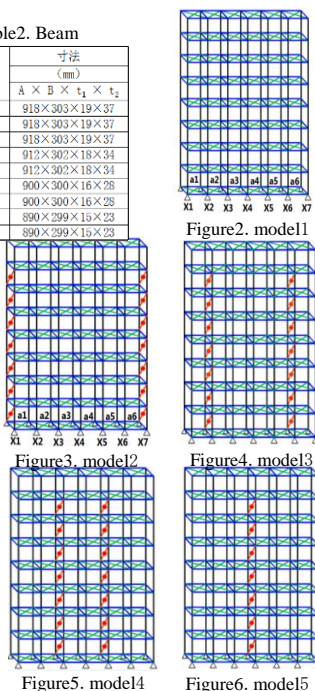


Figure5. model4 Figure6. model5

150ton(1ton/m²)とし、質量は各層の各節点に付与する。

基本モデルの質点系と立体系の固有周期と減衰定数は表 3 に示す。

モデル 2~5 は D.M.

を図 3~6 に示すように、配置する。

3-2. D. M. 量の計算

今回は Ai 分布と予備応答で層剛性を求め、質点モデルに置き換えて応答解析を行う。求めた層剛性を表 4 に示す。

Table3. Eigenvalue analysis result

次数	質点		立体	
	周期 T	減衰定数 h	周期 T	減衰定数 h
1次	0.964	0.020	0.989	0.020
2次	0.372	0.051	0.334	0.059
3次	0.235	0.082	0.187	0.106
4次	0.174	0.111	0.130	0.153

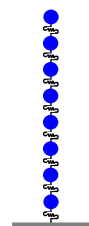


Figure7. Mass-point model

Table4. Layer rigidity kx (KN/m)

FL	Ai	予備応答
8	69407.7	71030.1
7	86870.2	100666.2
6	115354.2	126016.7
5	130496.0	139150.6
4	170483.9	179247.0
3	190588.1	197470.7
2	221294.3	228155.0
1	280955.6	285038.7

モデル 2 を選んで、図 8 と図 9 応答を比較して、予備応答の解析結果の方が適切なので本研究では予備応答により算出した層剛性を使いモデル 2 の D.M. 量を計算する。D.M.量は完全モード制御により求める。求めた層剛性と D.M.量は表 5 と表 6 に示す。

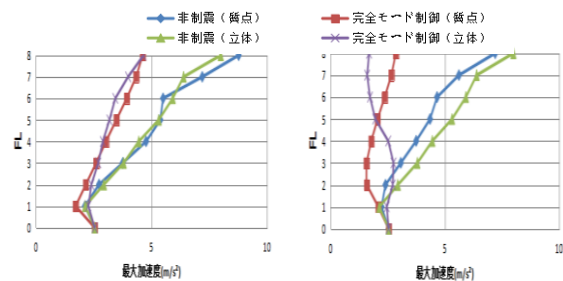


Figure8. Preliminary response

Figure9. AiDistribution

Table5. Specifications of Basic Models

FL	質量 ton	層剛性 kx (KN/m)
8	150	71030.1
7	150	100666.2
6	150	126016.7
5	150	139150.6
4	150	179247.0
3	150	197470.7
2	150	228155.0
1	150	285038.7

Table6. Sought D.M Quantity (ton)

FL	質点モデル	立体モデル
8	0.0	0.0
7	106.3	212.6
6	302.6	605.2
5	552.0	1103.9
4	1033.9	2067.9
3	1514.0	3027.9
2	2207.1	4414.3
1	3350.5	6700.9

4. 解析結果の検討

4-1. 梁

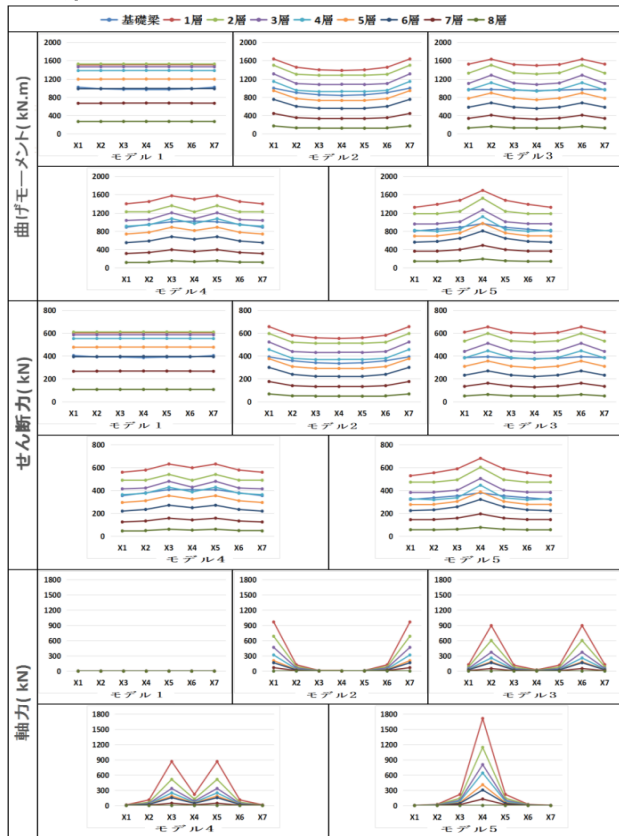


Figure10. Beam

梁の応力の解析結果から見ると、モデル 5 の D.M. を配置する場所の応力が一番大きいことがわかる。これはモデル 5 の各 D.M. の質量は他のモデルの 2 倍の原因であると考えられる。

曲げモーメントとせん断力のグラフの形はよく近似している。また、図 10 のモデル 2~5 の解析結果を比較すると、モデル 4 の D.M. の配置方法は最も適切であると考えられる。

4-2. スラブ

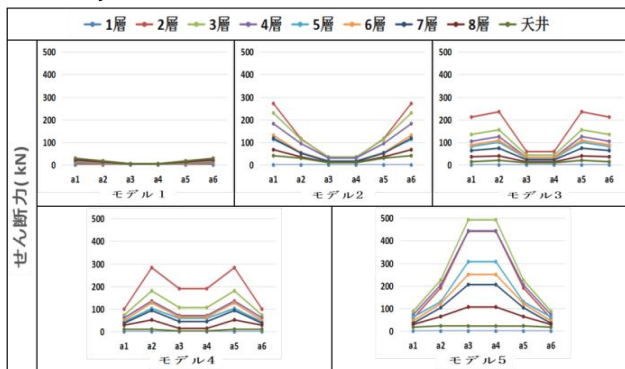


Figure11.Slab

モデル 1 ではせん断力はほぼ生じていないが、各モデルのせん断力は全体的に増大した。特に、各モデルの D.M. を配置しているところのスラブのせん断力が大きい。図 11 の各モデルのグラフを比べれば、モデル 3 と 4 の D.M. の配置方法が適切であると考えられる。

4-3. 柱

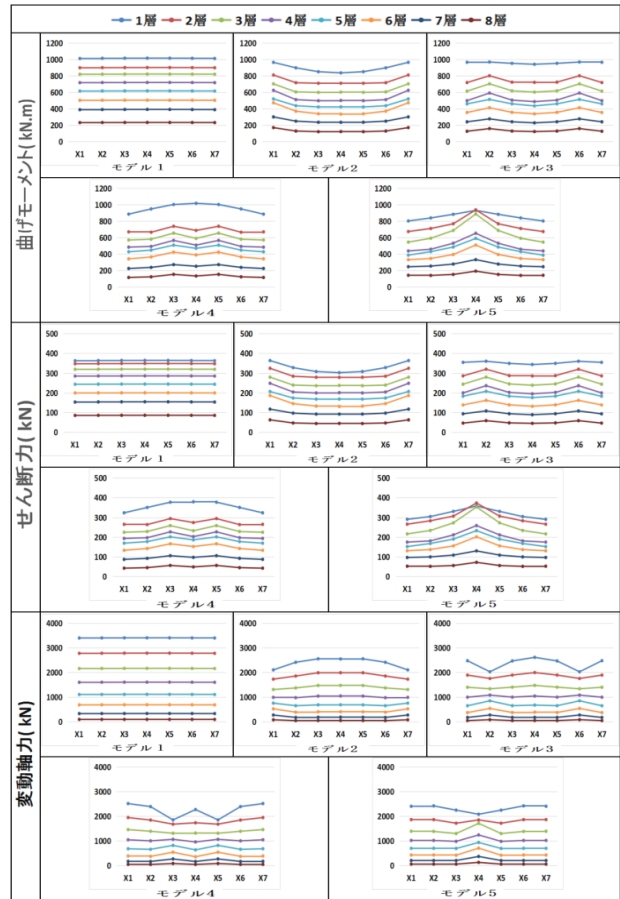


Figure12.Pillar

柱の曲げモーメントとせん断力から考えると、D.M. を付加したら、増大する場合があることがわかる。一方、D.M. を付加すると、変動軸力は必ず減少することもわかる。

また、柱の曲げモーメント、せん断力と変動軸力を比較すると、モデル 3 とモデル 4 の配置方法は一番良いと考えられる。

5. まとめ

完全モード制御法を用い、D.M. が構造物の応答を低減する効果を立体モデルで確認された。

全ての応力の解析結果から、モデル 4 のような D.M. の配置方法が好ましいことがわかる。

D.M. を付加すると、柱の変動軸力が減少して、部分的に梁の軸力とスラブのせん断力が増大する。

以上より、部材を設計する際に D.M. による部材応力に与える影響を留意する必要がある。

【参考文献】

- 1) 登坂遼太郎、古橋剛、石丸辰治：D.M. を用いたモード制御に関する基礎的研究、日本建築学会大会梗概集、2012.9
- 2) 葛西聡：ダイナミック・マスをつ加した構造体に生じる部材応力、対震構造研究室卒業研究発表会梗概集、2016
- 3) 石丸辰治、秦一平、古橋剛：擬似モード制御による D.M. 同調システムの簡易設計法、日本建築学会構造系論文集第 661 号、pp.509-517、2011.3