

斜め方向・2方向同時入力による建物のねじれ応答の検討
その2 偏心建物の振動軸とねじれ応答の関係

A Study on torsional response that is caused by seismic input from diagonal direction and two directions
Part2 Relationship between axis of vibration and torsional response

○福田航大², 古橋剛¹, 譚傑耀²

Kota Fukuda², Takeshi Furuhashi¹, Jieyao Tan²

In this report, it is studied that the relationship between axis of vibration and torsion vibration with model of which the center of rigidity does not agree with the center of gravity. We use eigenvalue analysis and time history response analysis from diagonal direction and two directions.

2-1 はじめに

前報その1では重心と剛心が一致しているが、斜め方向載荷時に剛心位置が移動し偏心する可能性があるモデルを用いて時刻歴応答解析を行い、ねじれを示した。これはモデルによっては刺激関数に併進とねじれが連成するが、固有周期と大きさが同一で符号が逆であるため、ねじれの成分が打ち消されるためである。また、剛心位置が同一であっても、柱の剛性の違いによって振動モードが生じる方向が異なることを示した。本報その2ではモデルを用いて、振動軸の違いがねじれ応答に及ぼす影響について検討する。

2-2 検討モデル

検討モデルにはその1で用いたものと同様の立体モデルを使用し、固有値解析及び時刻歴応答解析を行う。柱の剛性はTable2-1に示す柱の剛比をパラメータとして2種類のモデルを作成する。なお、各モデルの柱の剛比は、全ての柱でx方向、y方向共に剛性が等しいモデル1の柱を基準としている。モデル4は柱2-6のy方向剛性を変えたことでx方向に偏心を有するモデルとし、モデル5は柱2-6のy方向及び柱3-7のx方向を2倍したことで両方向に偏心を有するモデルとする。各モデルの重心と剛心位置の関係をFigure2-1に示す。

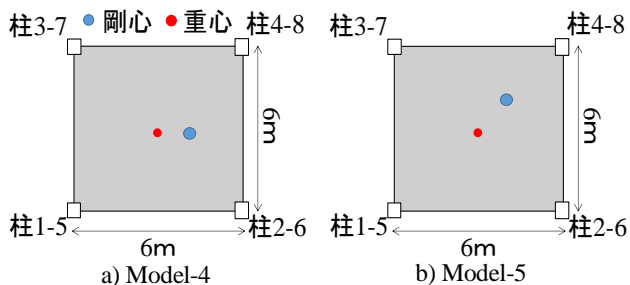


Figure 2-1 indicate the center of Gravity and Rigidity on Models

Table 2-1 Stiffness ratio of Pillar

柱番号	軸方向	モデル1	モデル4	モデル5
1-5	x方向	1.0	1.0	1.0
	y方向	1.0	1.0	1.0
2-6	x方向	1.0	1.0	1.0
	y方向	1.0	1.5	2.0
3-7	x方向	1.0	1.0	2.0
	y方向	1.0	1.0	1.0
4-8	x方向	1.0	1.0	1.0
	y方向	1.0	1.5	1.0

2-3 固有値解析結果

モデル4及び5の固有値解析の結果をFigure2-2, Figure2-3の刺激関数図に示す。

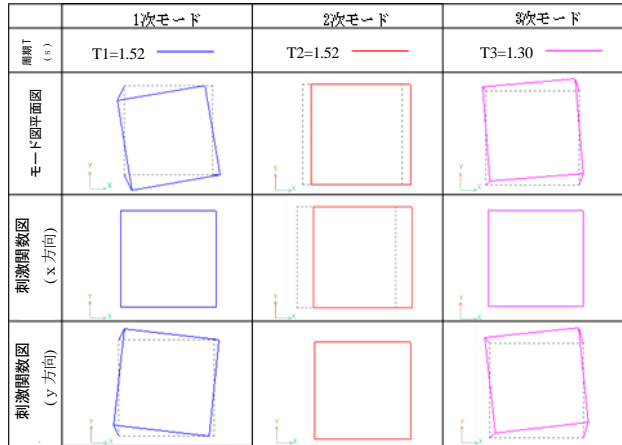


Figure 2-2 Result of Eigenvalue Analysis (Model-4)

Figure2-2に示すx方向にのみ偏心距離を有しているモデル4に関しては1次モードと3次モードのみが連成しており、2次モードは併進のモードとなっていることが刺激関数図より読み取れる。このような結果から、x方向の刺激関数に関しては併進のみが励起される。y方向に関しては、連成している1次モードと3次モードが励起されるが、固有周期が異なるため、ねじれが生じることが考えられる。

1: 日大理工・教員・建築
2: 日大理工・学部・建築

Professor, College of Science and Technology, Nihon University, Dr. Eng
College of Science and Technology, Nihon University

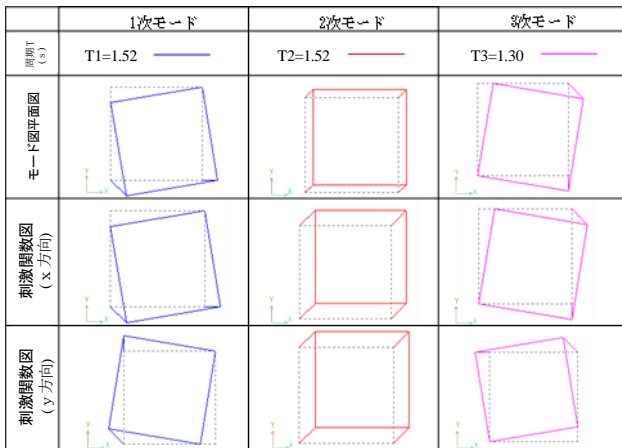


Figure 2-3 Result of Eigenvalue Analysis (Model-5)

x, y の両方向に等しい偏心距離を有するモデル 5 においては振動主軸が斜め 45 度方向に出ていることが Figure2-3 より刺激関数図から読み取ることができる。また、1次モード及び3次モードは併進とねじれが連成されたモードを示しており、2次モードに関しては併進のモードであることがわかる。

2-4 時刻歴応答解析結果

モデル 4, 5 に対して時刻歴応答解析を行う。入力地震動は JMA-KOBE1995NS を使用し、二方向同時入力の際は JMA-KOBE1995EW を加えて解析する。減衰は剛性比例型で1次モードに対して2%付与している。地震動の入力方向は x, y, 45 度, 135 度方向, 2 方向同時入力の 5 種類とする。Figure2-4 にある回転変位は回転角に一辺の長さを乗じたものを使用している。今回の解析結果の中で最も回転変位が大きい y 方向入力時の時刻歴応答解析結果を Figure2-4-1, Figure2-4-2 に示す。

また、モデル 5 においては入力方向ごとに回転変位の大きさが大きく異なる。入力方向ごとの回転変位を Figure2-5-1~2-5-3 に示す

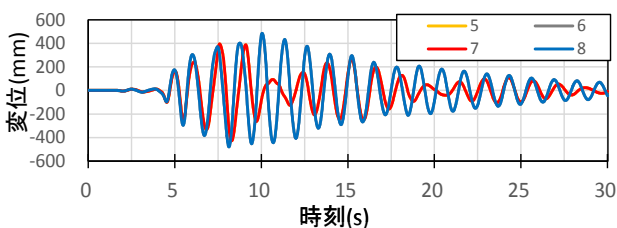


Figure2-4-1 Result of Time History Response Analysis (y direction)

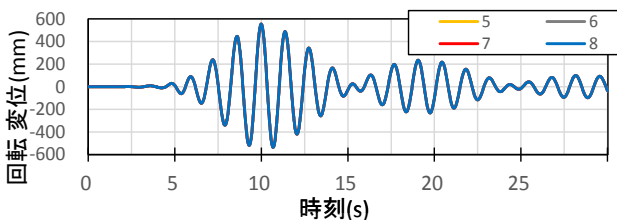


Figure2-4-2 Result of Time History Response Analysis (relative displacement)

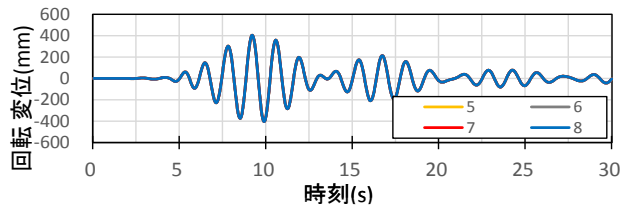


Figure2-5-1 Result of Time History Response Analysis (x direction)

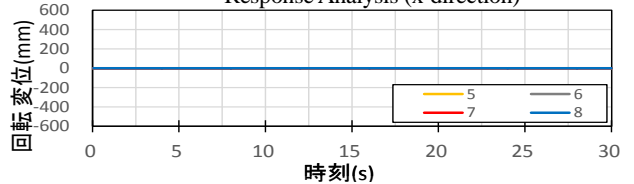


Figure2-5-2 Result of Time History Response Analysis (45° direction)

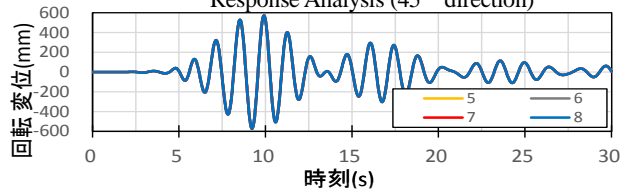


Figure2-5-3 Result of Time History Response Analysis (135° direction)

Figure2-5-1 より、x 方向及び y 方向に地震動を入力した際には 4cm ほどの回転変位が読み取れる。これは 1 次から 3 次までの全てのモードが励起され、ねじれ成分の影響が小さくなるためである。

Figure2-5-2 に示す 45 度方向からの入力では重心と剛心が一直線上に存在し、2 次モードのみが励起されるため併進のみの応答となることがわかる。

Figure2-5-3 に示す 135 度の入力の際には 1 次モードと 3 次モードが励起され、2 次モードは励起されないと考えられる。ここで、Figure2-3 の刺激関数図より、1 次モードと 3 次モードそれぞれにおいて x, y 両方向の刺激関数が同方向に励起されることが考えられる。そのため 45 度入力時のようにねじれが打ち消されず、回転変位が増大したと考えられる。

以上より、振動主軸が斜め方向に出るモデルの場合には x, y 方向よりも斜め方向の入力に対してねじれ応答が生じやすいと言える。

2-5 まとめ

前報その 1 では重心と剛心が一致するモデルを用いた検討を行った。その結果、モデルによっては刺激関数に併進とねじれが連成するが、いずれの方向から地震動を入力してもねじれ応答は生じないこと示した。本報その 2 では剛性の偏りが原因で偏心するモデルによる検討を行った結果、振動主軸方向から地震動が入力した際にねじれ応答がより大きく生じることを示した。以上よりねじれ応答の評価には振動モードの分析が有効的であると言える。

【参考文献】

- 1) 建築物の構造関係技術基準解説書 2007 年版