

『3D・DynamicPRO』45度方向の固有値解析（概算）

1. 概要

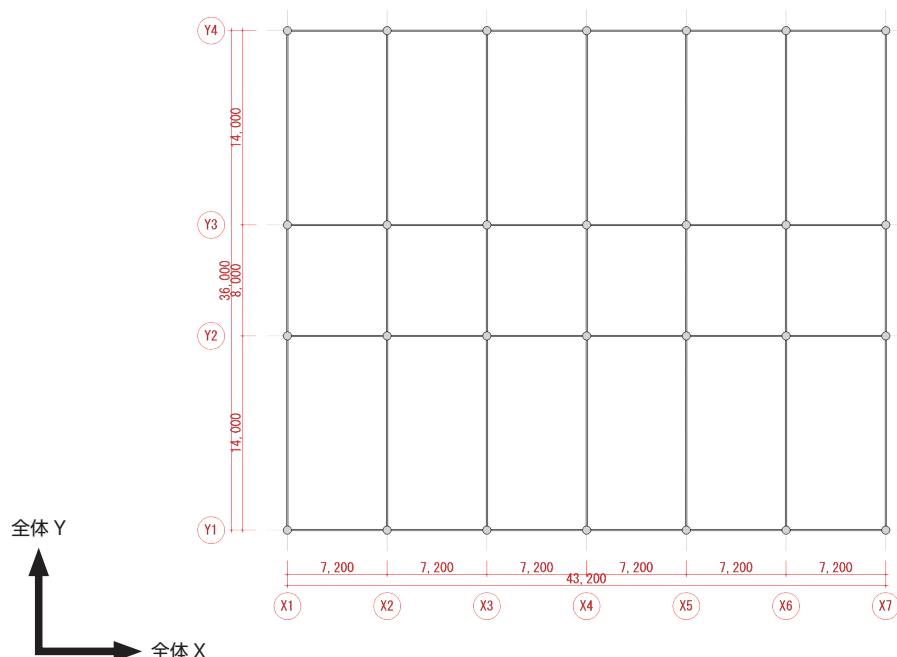
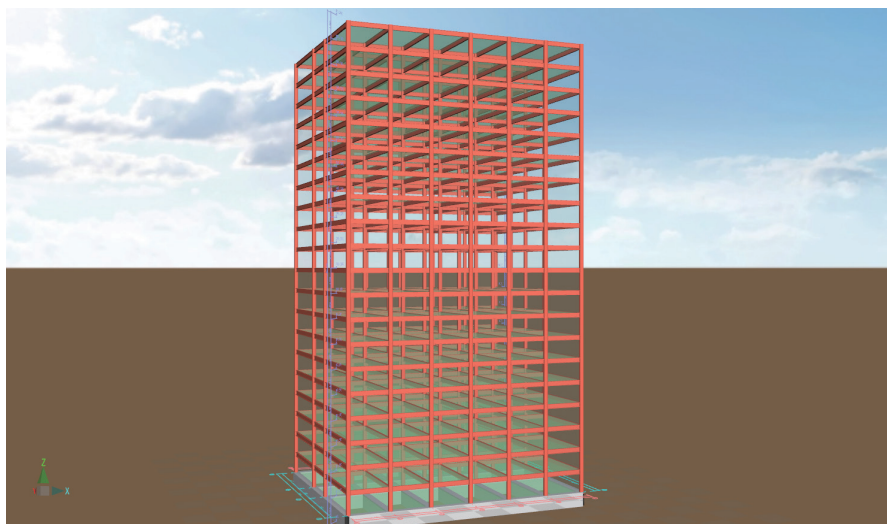
『SS21 / 3D・DynamicPRO』（以下、『3D・DynamicPRO』）を用いた固有値解析において、比較的整形な建物の場合でも45度方向や任意角度の固有周期を確認したいという声をしばしば聞きます。

しかし、剛床仮定が成立している場合や、柱・梁が全体座標系に沿って配置されているような場合には、水平剛性は全体座標系の $X \cdot Y \cdot \theta$ z 方向の自由度に依存するため、任意角度の固有値は通常求められません。

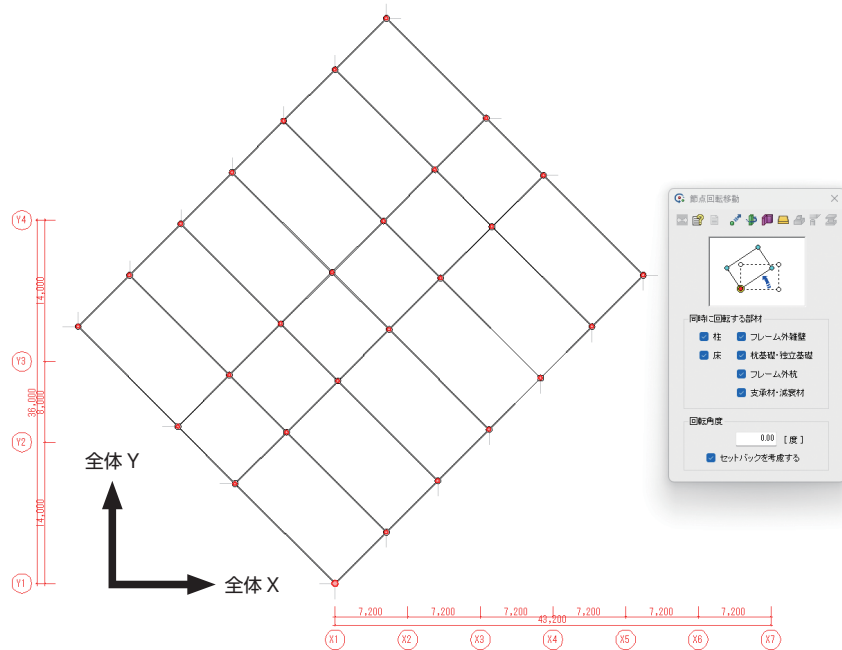
そこで本資料では、対象とする角度に建物を平面的に回転させ、水平 X 方向のみ、または水平 Y 方向のみの自由度に固定して固有値解析を行うことで、概算的に任意角度の固有値を求める方法をまとめています。なお、このときの固有値は並進方向のみを対象とした概算になるため、平面的なねじれは無視しています。

2. 操作手順

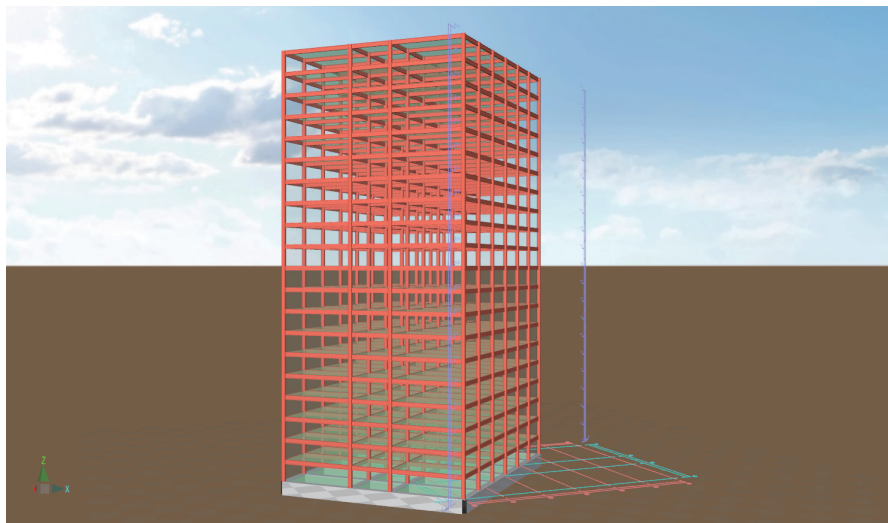
以下の物件データを例に『Super Build® / SS7』（以下、『SS7』）と『3D・DynamicPRO』を用いて、45度・135度方向を対象とした固有値の求め方を示していきます。



はじめに、『SS7』の特殊形状「節点回転移動」で、建物全体を 45 度回転させます。

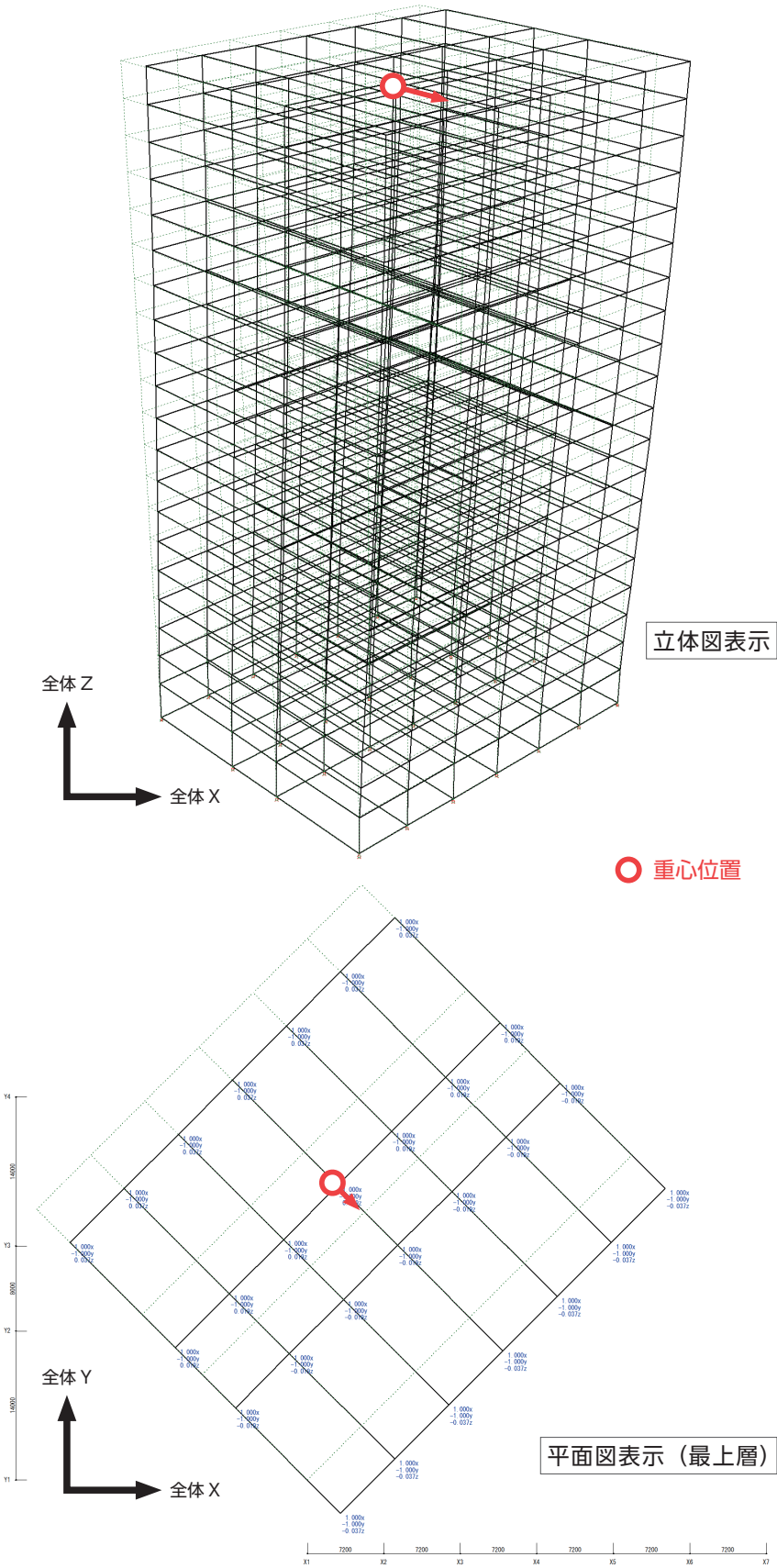


次に、45 度回転させた『SS7』データから『3D・DynamicPRO』のデータを作成します。

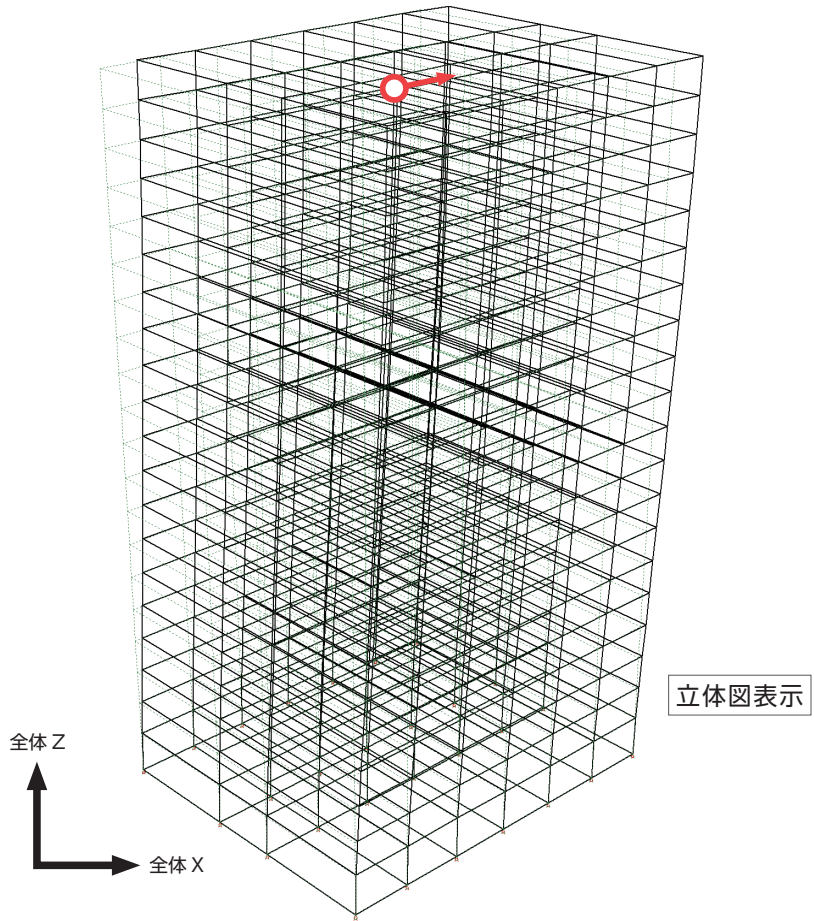


このまま固有値解析しただけでは以下のように、回転させた方向での X または Y 方向の固有値解析結果となり、全体座標系での 45 度または 135 度方向の結果にはなっていません。

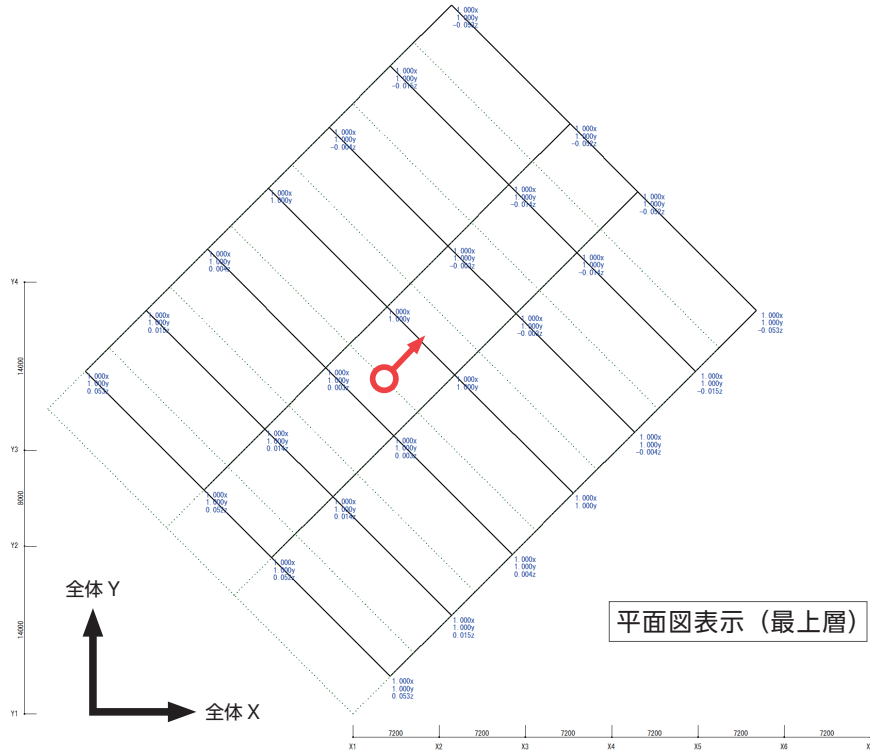
全体 1 次の固有モード図 (点線は元の建物位置、実線は固有モード)



全体 2 次の固有モード図（点線は元の建物位置、実線は固有モード）



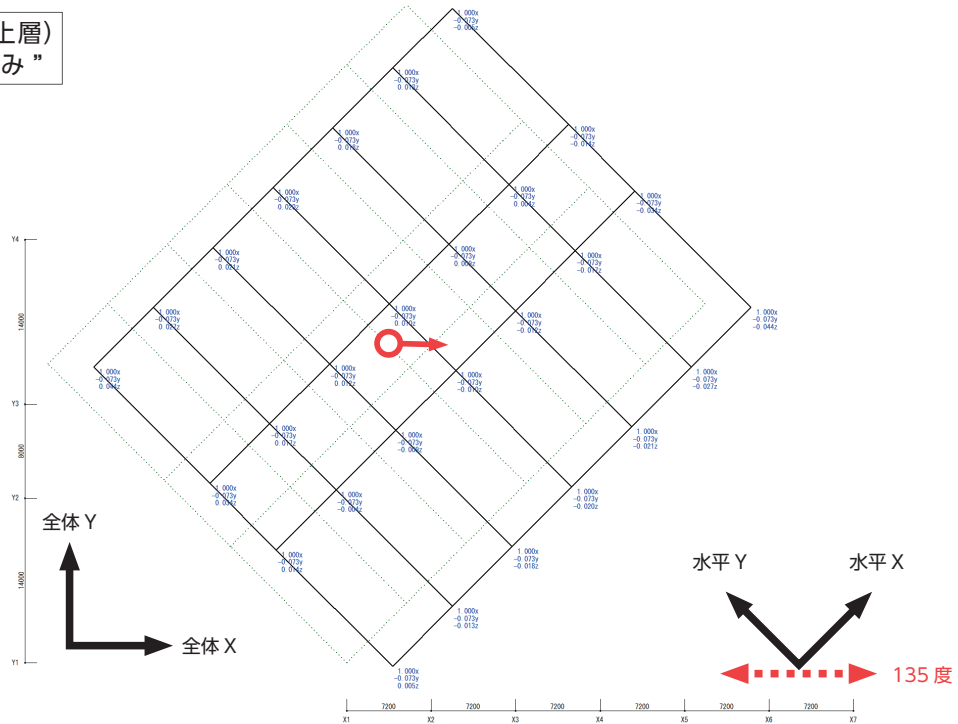
○ 重心位置



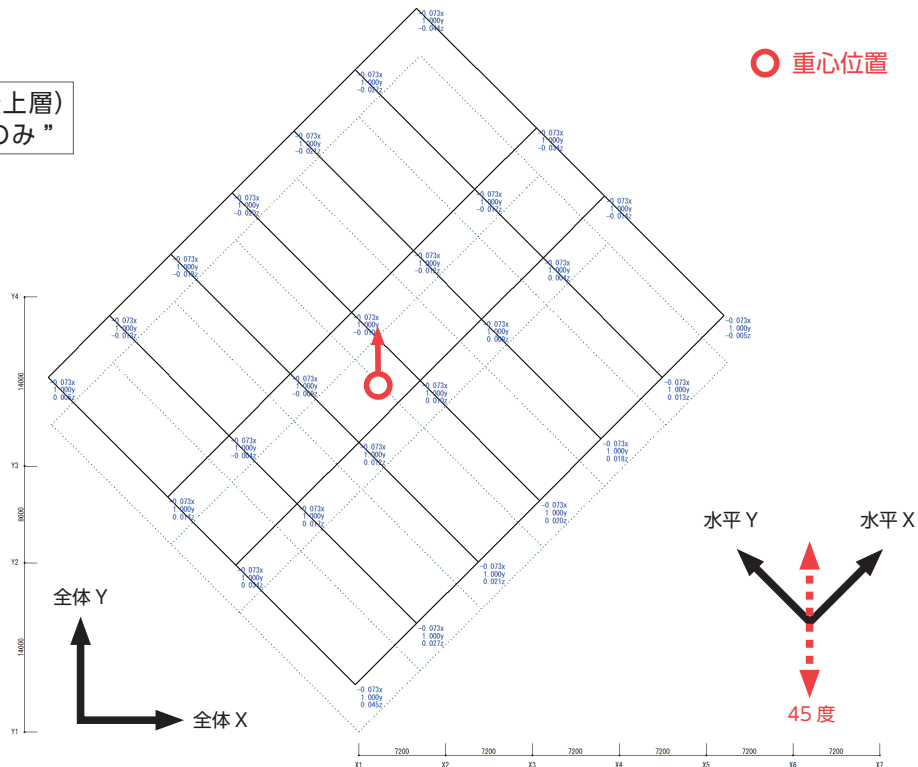
そこで、動的自由度 * の指定を“水平 X 方向のみ”または“水平 Y 方向のみ”に変更して、再度固有値解析を行ってみます。
再度固有モード図を確認してみると、“水平 X 方向のみ”では全体 X 方向に沿った結果が得られ、また回転させた建物の水平 X・Y 座標系と比較し、水平 135 度方向（水平 X 方向を 0 度）の結果になっていることが確認できます。
一方、“水平 Y 方向のみ”では水平 45 度方向の結果が得られました。

それぞれ全体 1 次の固有モード図（点線は元の建物位置、実線は固有モード）

平面図表示（最上層）
“水平 X 方向のみ”



平面図表示（最上層）
“水平 Y 方向のみ”



※『3D・DynamicPRO』入力項目 [3.2. 固有値解析・応答解析共通条件] の“固有値解析-動的自由度”

3. 計算結果の妥当性

以上の操作手順により得られた、任意角度の固有値解析結果が妥当であるかどうかの確認として、『SS7』で地震力の作用角度を45度としたときの固有値解析結果を比較してみました。なお、このときの固有値解析には多質点系の解析ソフトウェア『SS21 / DynamicPRO』（以下、『DynamicPRO』）を用い、水平剛性を算出するための外力分布はAi分布としました。

はじめに、以下は建物の回転等を行う前の全体座標系における水平X方向・Y方向の1次固有周期になり、両結果はおおむね一致していると言えます。

	『3D・DynamicPRO』	『DynamicPRO』
水平X方向	2.4817 sec	2.4841 sec
水平Y方向	2.6759 sec	2.6783 sec

次に、『3D・DynamicPRO』では本資料の操作手順を用いて建物の回転等を行って得られた結果を示し、『DynamicPRO』では地震力の作用角度を変更したときの水平剛性を用いて得られた結果を示します。両結果はおおむね一致しており、また、水平X方向・Y方向の中間的な固有周期となっているため、妥当な結果になっていることが確認できます。

なお、建物モデルが整形であったため、水平45度としても135度としても、1次固有周期は同じ結果となりました。

	『3D・DynamicPRO』	『DynamicPRO』
水平45度方向	2.5805 sec	2.5830 sec
水平135度方向	2.5805 sec	2.5830 sec

4. まとめ

本資料では外力分布によらず、比較的簡単な操作で任意角度の固有値を求める方法を示し、水平45度・135度で得られた固有値がおおむね妥当なことを確認しました。

なお、計算例では平面的・立面的にも整形で、全体座標系のX方向およびY方向の固有モードが明確に表れる建物モデルを用いたため、建物を回転させたとしても水平45度・135度の結果が明確に表れたものと思われます。

一方、実施設計の建物モデルは不整形、かつ剛床仮定が成立しない場合も少なくないと考えられるため、対象とする方向の固有値が明確に求まらない場合（水平X方向と水平Y方向が連成するなど）も存在するかと思われます。また、解析の自由度を水平一方向に固定しているため、部材レベルの固有値解析ではあるものの、平面的なねじれは無視された結果になっています。このあたりについては、設計者の考察が要するところだと思われます。