



STAN_Web サイト_よくあるご質問

2. 節点でモーメント図が つり合っていないのは何故？

モーメント図を出力した時、結果の整合性を確認する一番ポピュラーな方法は、ある節点でのモーメントのつり合いを確認することです。2次元解析では、着目した節点に取り付く部材のモーメント数値を全て足し合わせる事でモーメントのつり合いが確認できます。そのチェック方法を通常に行われている方が、初めて STAN のモーメント図を見たときに出たご質問かと思えます。

2次元の応力解析同様、3次元の応力解析であっても各節点の応力はつり合います。具体的には「節点に接合している部材のモーメントの和が0になる。」という事です。ただし、3次元解析を行う STAN / 3D は 1 つの部材に対して 2 軸方向の曲げと、ねじり曲げまでを考慮した結果を出します。さらに、各部材の応力は「部材座標系」で出力されます。部材座標系は、各部材ごとに座標系が異なりますので、部材の応力値を単純に加算しただけでは0にはなりません。

着目した節点に取り付く部材の「強弱軸のモーメント」及び「ねじりモーメント」の値を方向余弦により全体座標系に変換します。変換された数値を全て足し合わせれば「0」になり、3次元解析でもつり合いが確認できます。

< 参考資料 >

次ページより参考資料を記載します。これは HELP データ、9 章「例題」内の「9-11.例題 11」です。検証に利用しているデータは、例題データとしてインストール時にコピーされています。

9 - 11 . 例題 11 (節点での曲げ応力のつり合いを確認するモデル)

2次元の応力解析同様、3次元の応力解析であっても各節点の応力はつり合います。具体的には「節点に接合している部材のモーメントの和が0になる。」という事です。

ただし、3次元解析を行う STAN / 3D は1つの部材に対して2軸方向の曲げと、ねじり曲げまでを考慮した結果を出します。さらに、各部材の応力は「部材座標系」で出力されます。部材座標系は、各部材ごとに座標系が異なりますので、部材の応力値を単純に加算しただけでは0にはなりません。

ここでは、STAN / 3D の出力結果より、手計算で節点でのつり合いを検証します。

< 検証方法 >

各部材の部材座標系を全体座標系に変換します。座標系を統一することにより加算が行えます。部材の方向余弦（全体座標系に対する部材座標系の傾きを意味します）を用いて座標系を変換します。部材系の方向余弦は、STAN / 3D の解析時に「部材軸の方向余弦出力」をチェックすることにより結果リスト内に出力されます。

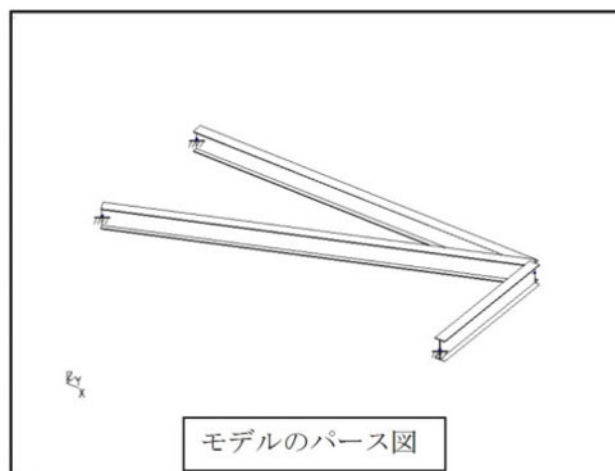
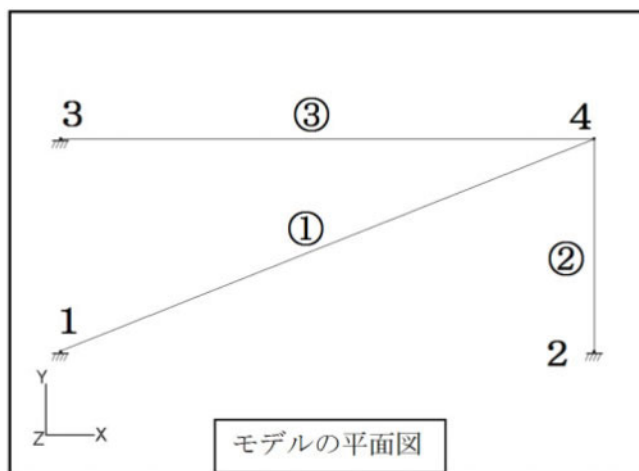
$$\begin{Bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{Bmatrix} = \begin{pmatrix} C11 & C12 & C13 \\ C21 & C22 & C23 \\ C31 & C32 & C33 \end{pmatrix} \begin{Bmatrix} \bar{x} \\ \bar{y} \\ \bar{z} \end{Bmatrix}$$

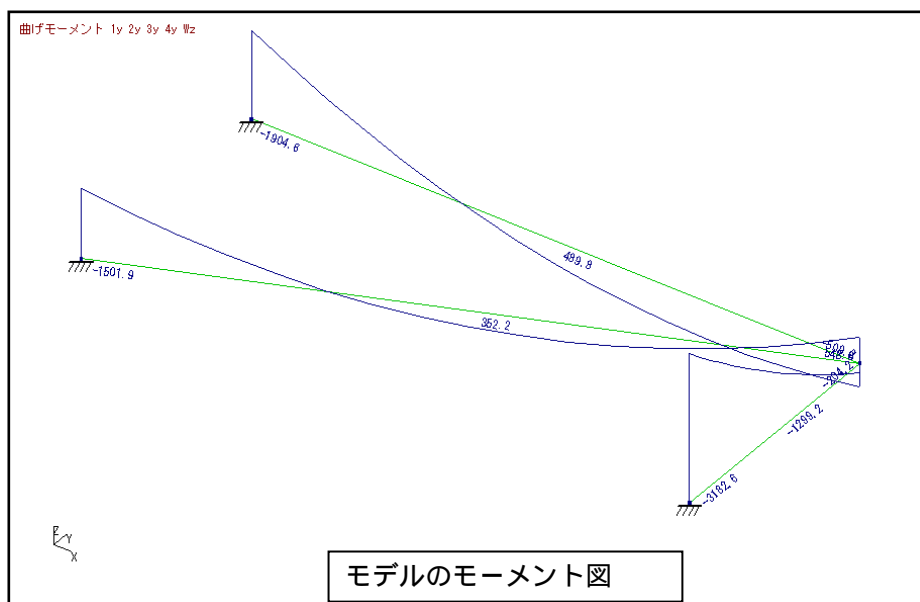
全体座標系 方向余弦 部材座標系

< モデル >

水平な片持ち梁が3本、1点で結合しています。片持ち梁の根元の境界条件は完全固定です。部材 ①, ②, ③ のZ方向に等分布荷重を加えています。

3部材が結合している節点番号4のモーメントのつり合いを検証します。





結果のリストより次の数値が得られます。

部材 の方向余弦

$$C1 = \begin{pmatrix} 0.9285 & -0.3714 & 0.0000 \\ 0.3714 & 0.9285 & 0.0000 \\ 0.0000 & 0.0000 & 1.0000 \end{pmatrix}$$

部材 の部材座標系モーメント

$$M1 = \begin{pmatrix} -0.23 \\ 548.63 \\ 0.000 \end{pmatrix}$$

部材 の方向余弦

$$C2 = \begin{pmatrix} 0.0000 & -1.0000 & 0.0000 \\ 1.0000 & 0.0000 & 0.0000 \\ 0.0000 & 0.0000 & 1.0000 \end{pmatrix}$$

部材 の部材座標系モーメント

$$M2 = \begin{pmatrix} -0.11 \\ -204.23 \\ 0.000 \end{pmatrix}$$

部材 の方向余弦

$$C3 = \begin{pmatrix} 1.0000 & 0.0000 & 0.0000 \\ 0.0000 & 1.0000 & 0.0000 \\ 0.0000 & 0.0000 & 1.0000 \end{pmatrix}$$

部材 の部材座標系モーメント

$$M3 = \begin{pmatrix} -0.25 \\ -509.20 \\ 0.000 \end{pmatrix}$$

以上の数値より全体座標系でのモーメントを計算します。

$$C1 \times M1 = \begin{pmatrix} -203.98 \\ 509.31 \\ 0.00 \end{pmatrix}$$

$$C2 \times M2 = \begin{pmatrix} 204.23 \\ -0.11 \\ 0.00 \end{pmatrix}$$

$$C3 \times M3 = \begin{pmatrix} -0.25 \\ -509.20 \\ 0.00 \end{pmatrix}$$

$$M_x = -203.98 + 204.23 - 0.25 = 0.00$$

$$M_y = 509.31 - 0.11 - 509.20 = 0.00$$

$$M_z = 0.00 + 0.00 + 0.00 = 0.00$$

ゆえに、節点番号4はつり合っています。