

## 任意軸回りの慣性モーメントの取得

軸回りに物体を回転させる時に必要なトルクを算出するには、その軸回りの慣性モーメントが必要ですが、Inventorの標準機能では直接この慣性モーメントを求める事ができません。ここでは、トップアセンブリ座標系の慣性モーメントから任意軸回りの慣性モーメントを算出する方法について説明します。

## 慣性モーメントとは？

機械設計者にとっては、「トルク」という言葉がなじみ深いかもしれません。

ニュートンの第二法則によれば、直線運動をするとき、

➤ 質量×加速度＝力

の関係があります。これを、回転運動に適用したのが次の式、

➤ 慣性モーメント  $\times$  角加速度 = トルク

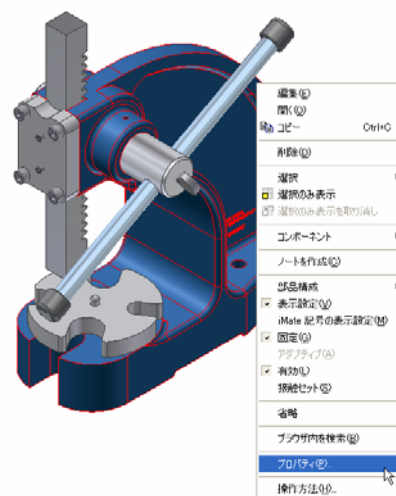
回転運動をさせるために必要なトルクを求めるには、その軸回りの慣性モーメントを求める必要があります。

## 慣性モーメントの求め方

**Inventor**には、トップアセンブリ座標系における慣性モーメントを計算する機能があります。以下にその手順を紹介します。

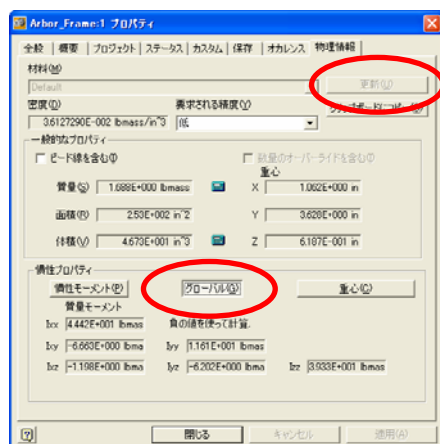
## コンポーネントの選択:

1. アセンブリ上で、コンポーネントを選択し、図の様に右ボタンメニューを表示します。
2. プロパティを選択します。



プロパティ(物理情報)

3. プロパティダイアログから、物理情報タブを選択
4. 更新ボタンをピック
5. 慣性プロパティ欄から、「グローバル」のボタンをピック
6. 図の様に、質量モーメントの表示がされます。



**lxx**はX軸回りの慣性モーメントを表します。同様に、**lyy**はY軸、**lzz**はZ軸回りの慣性モーメントを表します。**lxy**、**lxz**、**lyz**は慣性相乗モーメントを表します。

このときのXYZ軸は、コンポーネントの重心を通っています。なので、 $I_{xx}$ はX軸に平行で重心を通る軸回りの慣性モーメントということになります。

## 任意軸回りの慣性モーメント

トップアセンブリ座標系の慣性モーメントから、任意の軸回りの慣性モーメントを求めるには、以下の手順で行います。

1. まず、調べたい軸が Z 軸になるようなローカル座標系を定義します。
2. 慣性テンソルを定義、さらに、座標変換します。変換された慣性テンソルの  $I_{zz}$  項が求める慣性モーメントです。(重心軸回り)
3. 回転軸(Z 軸とします)と重心までの距離を調べ、平行軸回りの慣性モーメントの計算を行います。
4. 両方の和を求めます。

### 慣性テンソル

上記の慣性モーメント(moment of inertia)と慣性相乗モーメント(product of inertia)を使って、以下の様に対称行列(symmetric matrix)を作ります。この行列  $T$  を慣性テンソル (inertial tensor)と言います。

$$\triangleright T = \begin{pmatrix} I_{xx} & I_{xy} & I_{xz} \\ I_{xy} & I_{yy} & I_{yz} \\ I_{xz} & I_{yz} & I_{zz} \end{pmatrix}$$

この行列に適当な変換を掛けることによって、任意の軸方向での慣性テンソルを求める事ができます。

### 慣性モーメントを別の座標系に変換

空間上の任意の座標系に変換する回転行列を  $R$  とすると、新しい座標系での慣性テンソルは

$$\triangleright T' = R^T \cdot T \cdot R \quad (\text{ただし } R^T \text{ は、} R \text{ の転置行列})$$

で求められます。新しい座標系での X 軸回りの慣性モーメントは、 $T'$  の  $I_{zz}$  を参照すればよいです。

---

この値は重心軸回りの値となっています。重心から離れた位置にある軸の、軸回りの慣性モーメントは、重心までの距離も加味しなければいけません。

---

### 平行軸回りの慣性モーメント

変換した座標系の Z 軸と重心までの距離を求めます。物体の質量を  $m$ 、距離を  $e_z$  とすれば、平行軸回りの慣性モーメントは、 $m \cdot e_z^2$  で表せます。したがって、任意軸回りの慣性モーメント  $I$  は、

$$\triangleright I = I_{zz} + m \cdot e_z^2$$

で表せます。

## カスタマイズ例

以下は、任意軸回りの慣性モーメントを求めるカスタマイズプログラムの例です。

### マクロプロジェクトのインストール

1. WEB ページより、**DATA : 任意軸回りの慣性モーメントの取得** をクリックして、GetMomentSampV33.zip をダウンロードします。
2. 適当なフォルダに解凍します。
3. 図のファイルが解凍されます。

## 任意軸回りの慣性モーメントの取得

名前	ファイルの種類
GetMomentOfInertia.GetMomentStart.Large.bmp	ビットマップ イメージ
GetMomentOfInertia.GetMomentStart.Small.bmp	ビットマップ イメージ
GetMomentSampV3.ivb	IVB ファイル
MomentOfInertiaV3.xml	XML ドキュメント

- 規定値の VBA プロジェクトに「GetMomentSampV3.ivb」をセットし、カスタマイズ設定は、MomentOfInertiaV3.xml をインポートします。
- 図のようなツールバーが表示されます。
- 既存の VBA プロジェクトへのインストール手順については、下記オートデスク ホームページにある、「Inventor マクロ登録手順の紹介」という資料を参考にしてください。



資料は、Inventor ドキュメントライブラリ [http://www.autodesk.co.jp/ais\\_document](http://www.autodesk.co.jp/ais_document) 「API」に掲載されています。

## マクロの実行手順

トップアセンブリに対する慣性モーメントを求める手順

- アイコンをクリックします。
- 図のようなダイアログが表示されます。
- トップアセンブリで慣性モーメントや重心位置などが表示されます。
- 回転軸選択で、回転中心を選択します。
- 指定した軸回りの慣性モーメントなどが表示されます。

z軸が回転軸になっているので、下図の様に、プロパティダイアログの慣性プロパティに表示されるIzzの値と、左図の慣性モーメントの総和とが一致します。(Inventor11での表示)

任意軸の慣性モーメント

質量モーメント オカレンスの名称  
 Ixx 1.032E+2 Arbor\_Press.iam  
 Iyy -4.017E+0 4.448E+1  
 Izz -1.885E+0 -1.947E+1 7.375E+1

重心の位置 質量  
 X 30.917 mm 1.069 kg  
 Y 113.408 mm  
 Z 36.271 mm

軸の名称 重心での軸回りの慣性モーメント(A)  
 軸の向き 質量×距離の2乗(B)  
 X  
 Y 慣性モーメントの総和(A+B)  
 Z

コンポーネント選択 回転軸選択 更新

TOP/ASM で計算

Ver3.3 By yoji.tanaka@autodesk.com At 06/08/18

任意軸の慣性モーメント

質量モーメント オカレンスの名称  
 Ixx 1.032E+2 Arbor\_Press.iam  
 Iyy -4.017E+0 4.448E+1  
 Izz -1.885E+0 -1.947E+1 7.375E+1

重心の位置 質量  
 X 30.917 mm 1.069 kg  
 Y 113.408 mm  
 Z 36.271 mm

軸の名称 重心での軸回りの慣性モーメント(A)  
 Z Axis 7.375E+1  
 軸の向き 質量×距離の2乗(B)  
 X 0.000 14766.792 kg mm^2  
 Y 0.000  
 Z 1.000 慣性モーメントの総和(A+B)  
 22142.226 kg mm^2

コンポーネント選択 回転軸選択 更新

TOP/ASM で計算

Ver3.3 By yoji.tanaka@autodesk.com At 06/08/18

Arbor\_Press.iam プロパティ

全般 概要 プロジェクト ステータス カスタム 保存 物理情報

材料(M) 更新(U)

密度(D) 要求される精度(V) クリップボードにコピー(C)

1.0370290E-006 kg/mm^3 低

一般的なプロパティ

☐ ビード線を含む ☐ 数量のオーバーライドを含む

質量(S) 1.069E+000 kg 重心  
 X 3.092E+001 mm  
 面積(R) 2.43E+005 mm^2 Y 1.134E+002 mm  
 体積(V) 1.031E+006 mm^3 Z 3.627E+001 mm

慣性プロパティ

慣性モーメント(I) グローバル(G) 重心(C)

質量モーメント  
 Ixx 2.548E+004 kg mm^2 負の値を使って計算  
 Iyy -4.149E+003 kg mm^2 6.876E+003 kg mm^2  
 Izz -1.387E+003 kg mm^2 -6.343E+003 kg mm^2 2.214E+004 kg mm^2

開じる キャンセル 適用(A)

## 任意軸回りの慣性モーメントの取得

### サブアセンブリに対する慣性モーメントを求める手順

サブアセンブリに対する慣性モーメントを求める場合は、さらに次の操作を行います。

6. コンポーネントの選択で、慣性モーメントを求めたいコンポーネントを選択
7. 回転軸を選択します。
8. 図のように結果が表示されます。

この状態で、再度トップアセンブリでの慣性モーメントを求めたいときは、「TOP/ASMで計算」ボタンをクリックします。前頁の図のようにトップアセンブリでの計算結果が表示されます。

任意軸の慣性モーメント

質量モーメント		オカシスの名称			
Ixx	6.307E+1	Arbor_Frame1			
Iyy	-4.612E-1	Iyy	2.652E+1		
Izz	-2.598E-1	Iyz	-7.058E+0	Izz	4.450E+1
重心の位置		質量			
X	26.979 mm	0.766 kg			
Y	92.150 mm	重心と軸までの距離			
Z	15.716 mm	96.018 mm			
軸の名称		重心での軸回りの慣性モーメント(A)			
Z Axis		4450.418 kg mm <sup>2</sup>			
軸の向き		質量×距離の2乗(B)			
X	0.000	7059.949 kg mm <sup>2</sup>			
Y	0.000	慣性モーメントの総和(A+B)			
Z	1.000	11510.367 kg mm <sup>2</sup>			
コンポーネント選択		回転軸選択			
TOP/ASMで計算		更新			

Ver.3.3 By yoji.tanaka@autodesk.com At 06/08/18

## その他

対象物や軸の変更:

- コンポーネント選択と回転軸選択を使って、いつでも対象を変更することができます。

コンポーネントの移動や回転を行ったとき:

- 更新ボタンで再計算されます。

## 適用されるInventorのバージョン

本マクロプログラムは、Autodesk Inventor10 および Autodesk Inventor11に対応しています。



© Copyright 2006 Autodesk, Inc. All rights reserved.

Reproduction or copying of images is prohibited