SL第48回　　SL-48-MBD(1)_8.3_8章二つの物体間の拘束式 4

もっと知りたい方は
nobushim@motionlabo.comまで

今回はSL(short lecture)通算第48回目。8章の剛体系の拘束方程式の内容を十五回にわたって講義している。今回はその四回目として二つの物体間の拘束式のうち、ユニバーサルジョイントについて学ぶ。　　2024.07.18　清水

(b) ユニバーサルジョイント

図8.4にユニバーサルジョイント(フックジョイント)を示す。点Bは物体$\boldsymbol{i}$上の点B_iと物体j上の点B_jの共通の点である。クロス(十字)の上下方向の部分は物体$\boldsymbol{i}$に、クロスの残りの部分は物体jに含まれている。物体$\boldsymbol{i}$内の点C_iを$\overline{B_iC_i}=1$となるようにクロスの中心軸にとると$\overrightarrow{B_iC_i}$はx_i'軸の基底ベクトル$\vec{\mathbf{b}}_x^{(i)}$となる。同様に物体j内の点C_jをとり、$\overrightarrow{B_jC_j}$をz_j'軸の基底ベクトル$\vec{\mathbf{b}}_z^{(j)}$とする。$\overrightarrow{B_iC_i}$と$\overrightarrow{B_jC_j}$を互いに直交させる。ユニバーサルジョイントの拘束式は、物体$\boldsymbol{i}$

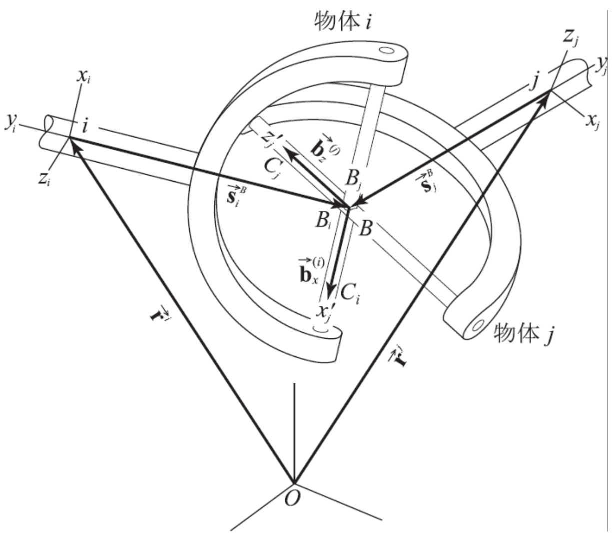

図8.4　ユニバーサルジョイント

上の点B_iと物体j上の点B_jが点Bで一致しているという条件と、$\vec{\mathbf{b}}_x^{(i)}=\mathbf{e}^{(O)T}\mathbf{b}_x^i$

と $\vec{\mathbf{b}}_z^{(j)} = \mathbf{e}^{(O)T}\mathbf{b}_z^j$ が直交しているという条件より式(8. 20)と(8. 21)となる。なお記号の約束として $\mathbf{b}_{Ox}^i$, $\mathbf{b}_{Oz}^j$ と書くべきところを $\mathbf{b}_x^i$, $\mathbf{b}_z^j$ と簡略化している。

$$\mathbf{C}^{(s)}\left(B_i, B_j\right) \overset{(3)}{\equiv} \mathbf{r}^j + \mathbf{A}^{Oj}\mathbf{s}_j'^B - \mathbf{r}^i - \mathbf{A}^{Oi}\mathbf{s}_i'^B = \mathbf{0} \tag{8. 20}$$

$$\mathbf{C}^{(n1)}\left(\mathbf{b}_x^i, \mathbf{b}_z^j\right) \overset{(1)}{\equiv} \mathbf{b}_x^{iT}\mathbf{b}_z^j = 0 \tag{8. 21}$$

この拘束式の仮想変位はそれぞれ式(8. 20)'と(8. 21)'となる。

$$\delta\mathbf{C}^{(s)}\left(B_i, B_j\right) = \delta\mathbf{r}^j - \mathbf{A}^{Oj}\tilde{\mathbf{s}}_j'^B\boldsymbol{\delta\theta}'^{Oj} - \delta\mathbf{r}^i + \mathbf{A}^{Oi}\tilde{\mathbf{s}}_i'^B\boldsymbol{\delta\theta}'^{Oi} = \mathbf{0} \tag{8. 20'}$$

$$\delta C^{(n1)}\left(\mathbf{b}_x^i, \mathbf{b}_z^j\right) = \mathbf{b}_x'^{iT}(\mathbf{A}^{Oi})^T\mathbf{A}^{Oj}\tilde{\mathbf{b}}_z'^j\boldsymbol{\delta\theta}'^{Oj} + \mathbf{b}_z'^{jT}(\mathbf{A}^{Oj})^T\mathbf{A}^{Oi}\tilde{\mathbf{b}}_x'^i\boldsymbol{\delta\theta}'^{Oi} = 0 \tag{8. 21'}$$

（なお、式(8. 20)’は(8. 19)と式(8. 21)’は式(8. 11)と同一である。）