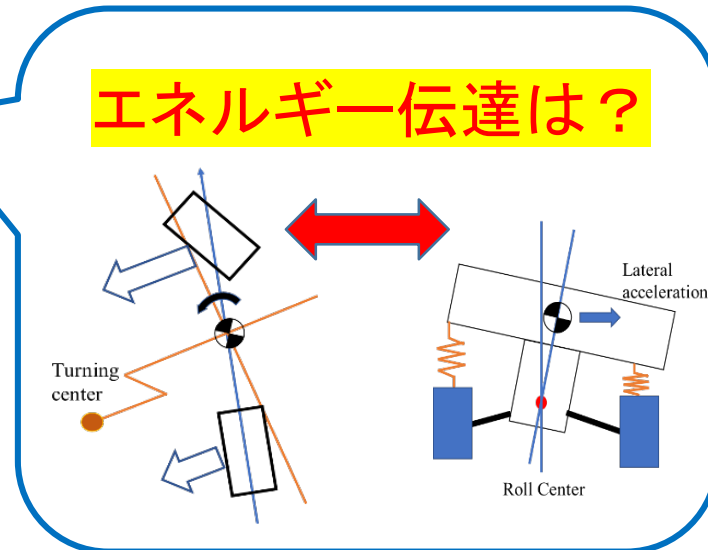


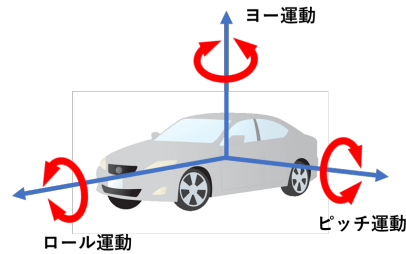
車両運動のエネルギー伝達視点による考察



神奈川大学大学院
 工学研究科 工学専攻
 機械力学(山崎徹)研究室
 修士1年 黒川 明仁
 MAIL : r202170125jw@jindai.jp

1, 車両の運動性能の評価

- ・ 車両旋回時のヨーレートで評価
- ・ 車両のヨー運動とロール運動
⇒互いの応答に影響を及ぼし合う



運動方程式から直接求めることはできるが…
⇒エネルギー視点では語られていない

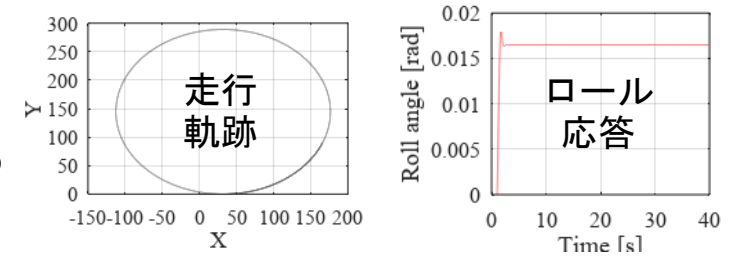
2, 本研究室での取り組み

- ・ 統計的エネルギー解析法 (SEA) を用いた振動・騒音問題の応答予測に関する研究
⇒SEAのパラメータである結合損失率 (CLF)

CLFの特徴は…

エネルギーの伝達特性として
「伝える」「伝えない」で考えられる

数値解析で、
各運動を把握する

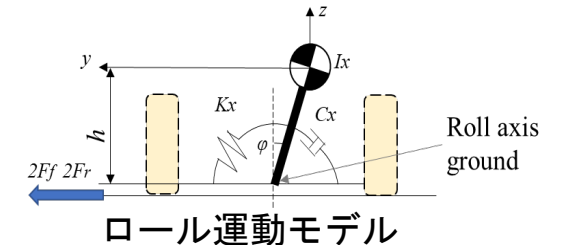
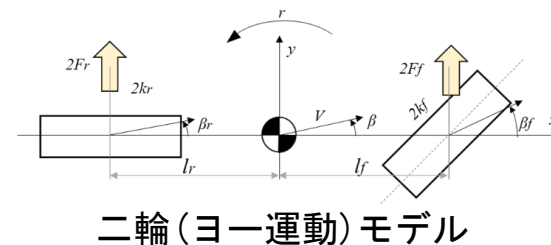


3, 本研究の目的

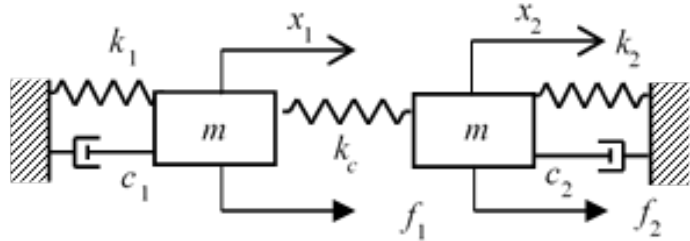
- ・ 車両運動の中でも振動成分で表される運動
⇒振動現象の解析で用いる手法で解析できれば
両現象を同じ視点で検討することが可能になり
多性能の両立検討などへ活用できるように

そこで本研究では…

二輪モデルとロール運動で表す車両運動を、
エネルギーの伝達特性による記述を行う



4, 2自由度振動系の伝達特性



$$\begin{bmatrix} m_1 & 0 \\ 0 & m_2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{x}_1 \\ \ddot{x}_2 \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} c_1 & 0 \\ 0 & c_2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} k_1 + k_c & -k_c \\ -k_c & k_2 + k_c \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} f_1 \\ f_2 \end{Bmatrix} \quad \dots \textcircled{1}$$

$$\Omega_i = \sqrt{\frac{k_i + k_c}{m_i}}, \quad \Delta_i = \frac{c_i}{m_i}, \quad \kappa = \frac{k_c}{\sqrt{m_1 m_2}} \quad (i = 1, 2) \quad \dots \textcircled{2}$$

5つの要素

Ω_1, Ω_2 : 各質点の非連成固有角振動数
 Δ_1, Δ_2 : 各質点の減衰特性
 κ : 質点間の結合パラメータ

・伝達特性
 (CLF評価式)

$$\eta_{12} = \frac{1}{\omega} \frac{\kappa^2 (\Delta_1 + \Delta_2)}{(\Omega_1^2 - \Omega_2^2)^2 + (\Delta_1 + \Delta_2)(\Omega_1^2 \Delta_2 + \Omega_2^2 \Delta_1)}$$

5, 車両運動への適用

・ヨ一運動とロール運動の運動方程式

[ヨ一運動]

$$mV\dot{\beta} + \left\{ mV + \frac{2}{V}(l_f k_f - l_r k_r) \right\} r = -2(k_f + k_r)\beta - \frac{2h}{V}(k_f + k_r)\dot{\phi} + 2k_f \delta \quad \dots \textcircled{3}$$

$$\star I_z \dot{r} = -2(l_f k_f - l_r k_r)\beta - \frac{2}{V}(l_f^2 k_f + l_r^2 k_r)r - \frac{2h}{V}(l_f k_f - l_r k_r)\dot{\phi} + 2l_f k_f \delta \quad \dots \textcircled{4}$$

[ロール運動]

$$\star I_x \ddot{\phi} = - \left\{ C_x + \frac{2h^2}{V}(k_f + k_r) \right\} \dot{\phi} - (K_x - mgh)\phi - 2h(k_f + k_r)\beta - \frac{2h}{V}(l_f k_f - l_r k_r)r \quad \dots \textcircled{5}$$



④, ⑤を、左の5つの要素で考えると...

$$\Omega_r = \sqrt{\frac{4k_f k_r l^2}{m I_z V^2} - \frac{2(l_f k_f - l_r k_r)}{I_z}}$$

$$\Omega_\phi = \sqrt{\frac{K_x - mgh}{I_x}}$$

ヨ一運動の固有角振動数(共振周波数)

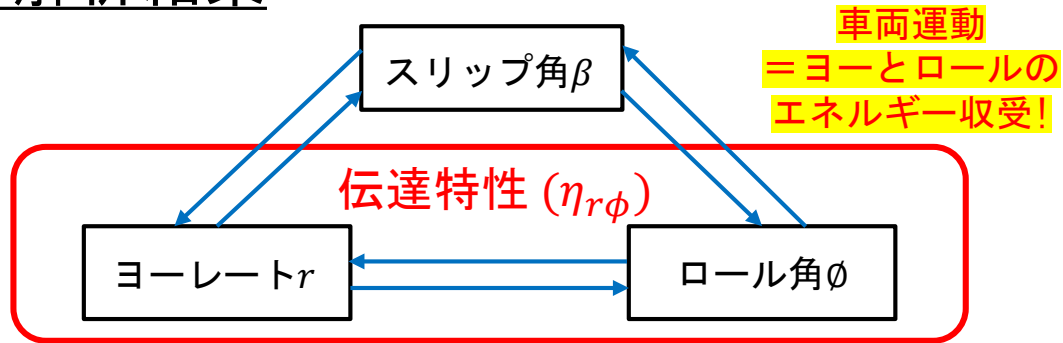
ロール運動の固有角振動数(共振周波数)

$$\Delta_r = \frac{2}{V I_z} (l_f^2 k_f + l_r^2 k_r)$$

$$\Delta_\phi = \frac{1}{I_x} \left\{ C_x + \frac{2h^2}{V} (k_f + k_r) \right\}$$

$$\kappa_{r\phi} = \frac{2h}{V \sqrt{I_z I_x}} (l_f k_f - l_r k_r)$$

6. 解析結果



- ・ ヨーとロール間の伝達特性 (CLF評価式)

$$\eta_{r\phi} = \frac{1}{\omega} \frac{\kappa^2(\Delta_r + \Delta_\phi)}{(\Omega_r^2 - \Omega_\phi^2)^2 + (\Delta_r + \Delta_\phi)(\Omega_r^2 \Delta_\phi + \Omega_\phi^2 \Delta_r)}$$

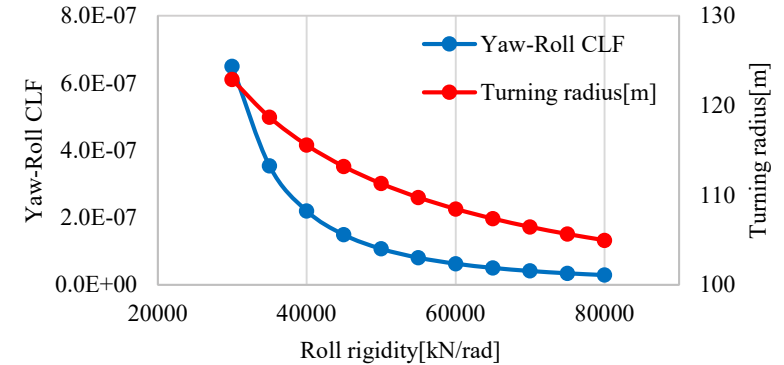
→ ヨーとロールのエネルギーの収受と考える！

[パラメータ変更検討]

- ・ 5つの要素のうち、
等価ロール剛性 K_x を変更
- ・ 伝達特性と円旋回半径の対応を検討

$$\Omega_\phi = \sqrt{\frac{K_x - mgh}{I_x}}$$

[解析結果] 伝達特性(CLF)と円旋回半径の対応



- ・ 等価ロール剛性 K_x が高いと、円旋回半径も、ヨーとロール間の伝達特性も小さくなる、何故ならば、
 K_x の増加 → Ω_ϕ の増加 → $(\Omega_r^2 - \Omega_\phi^2)^2$ の増加 → $\eta_{r\phi}$ の減少

⇒ ヨー運動のエネルギーが増加、
ロールは減少、旋回半径が縮小

7. 結論

ヨー運動とロール運動を考慮した車両運動モデルを対象に、ヨーとロール間の伝達特性を算出した。また例として、車両の等価ロール剛性がヨーとロールに及ぼす影響について、エネルギー伝達により記述した。