

下記の手順に従い，問題のうち3問を選び解答せよ．

- ① 学籍番号の下2桁からなる数を14で割り，その余り+1．
- ② ①の問題番号+14．
- ③ ①の問題番号+28．

例 学籍番号 281242160 の場合

- | | | | |
|---|------------------|-----|--------------|
| ① | $60/14 = 4$ 余り 4 | 4+1 | <u>問題 5</u> |
| ② | $5+14=19$ | | <u>問題 19</u> |
| ③ | $5+28=33$ | | <u>問題 33</u> |

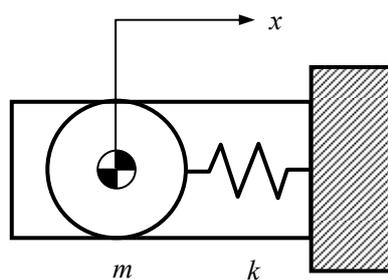
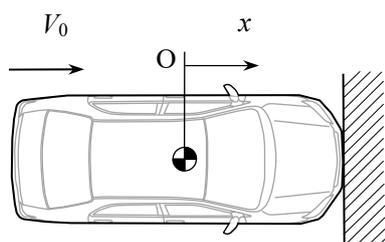
締め切り 2月4日（月）

提出先 IV系事務室

問題 1

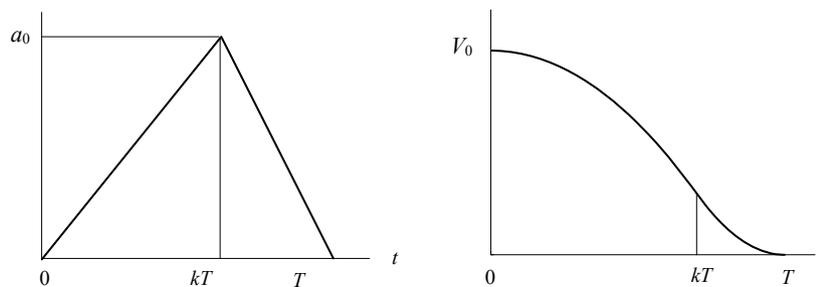
質量 m の車の固定壁剛体バリア衝突（衝突速度 V_0 ）をばねと質点によりモデル化した。このとき，下記の問いに答えよ。

- (1) 動的最大変形量 C とするとき，比剛性 k/m を求めよ。
- (2) 時間 t における車両の加速度，速度，変位をもとめよ。ただし，反発係数を e ，車体残留変形量を C_R とする。



問題 2

固定壁衝突において車の減速度波形が図のように最大値 a_0 の三角波で与えられ、車が初速度 V_0 から 0 まで減速した。このときの車の最大変形量 C を求めよ。また、この減速度波形において k を変えたときに最大変形量 C の取りうる範囲を求めよ。



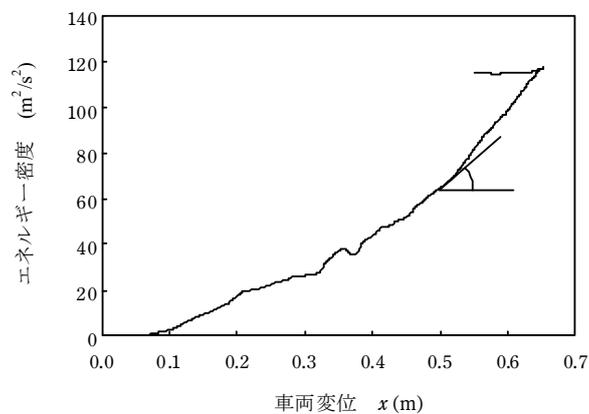
問題 3

剛体壁衝突試験における車の減速度変位線図において、減速度を変位 0 から最大変位まで変位に対して積分した値は、車の変形特性によらずに一定となることを示せ。

問題 4

剛体壁前突時の車の変形エネルギー密度と客室の変位の関係を描いたところ下記の図のようになった。次の問いに答えよ。ただしエネルギー密度とは、質量あたりのエネルギーである。

- (1) 衝突速度を求めよ。
- (2) 図より 40 km/h における車体の最大変形量を推定せよ。
- (3) 曲線の傾きはその位置における客室の減速度と等しいことを示せ。



問題 5

衝突時の車の加速度時間線図において、衝突開始から車両速度が 0 までの時間について加速度波形の重心となる時刻 t_c は、 $t_c = \frac{C}{V_0}$ で表されることを示せ（ただし、衝突速度 V_0 、動的最大変形量 C とする）。

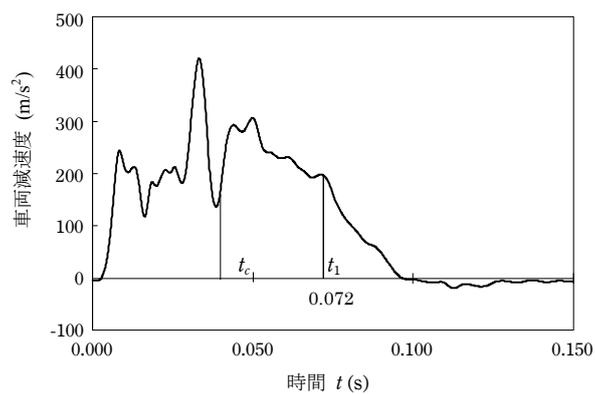


図 車両の減速度時間線図

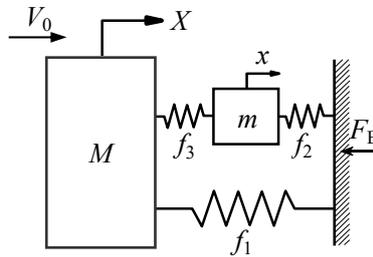
問題 6

加速度波形には様々な周波数成分が存在する．この加速度波形と比較して，それを時間積分して得られる速度および変位は，高波周成分が減衰した波形となる．この理由を答えよ．

問題 7

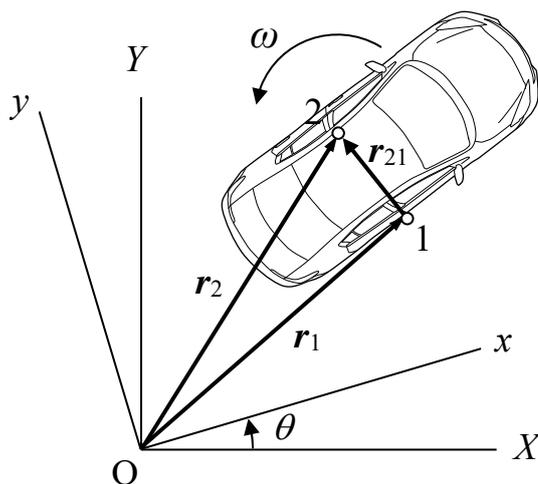
図のように，車体前部構造をエンジン，構造部材，客室からなる力学モデルによって考える．

- (1) フラップ剛体壁前突試験におけるバリア荷重 F_B をエンジン加速度 \ddot{x} と車両加速度 \ddot{X} によって表せ．
- (2) 車体の変形エネルギー U を客室加速度とエンジン加速度で表せ．車体変形エネルギーをバリア荷重によって $U_B = \int F_B dx$ と表すとき， U_B と U の大小関係を述べよ．



問題 8

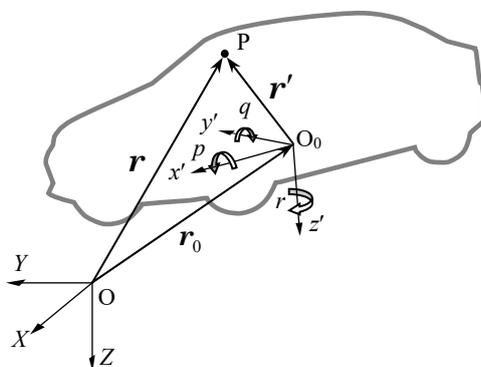
オフセット前面衝突では、衝突時に車両の z 軸まわりの回転をともなう。車の運動を 2 次元平面問題として考える。客室内の点 1, 2 の位置ベクトルを $\mathbf{r}_1(x_1, y_1)$, $\mathbf{r}_2(x_2, y_2)$ とするとき、点 1, 2 の加速度 $\mathbf{a}_1(a_{1x}, a_{1y})$, $\mathbf{a}_2(a_{2x}, a_{2y})$ から、衝突時のヨー角速度 $\omega(t)$ を求める方法を述べよ。



問題 9

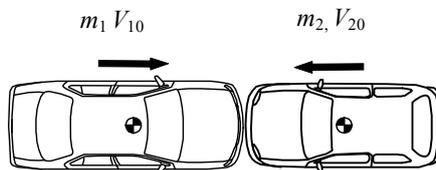
図に示すように、車の重心を原点として車両前方、横方向、下方向に車両固定座標系 (O, x, y, z) を定義する。車両の主軸は x, y, z 方向に一致しているものとする。車の速度を u, v, w , ロール, ピッチ, ヨー角速度を p, q, r とする。車の質量を m , 慣性モーメントを I_x, I_y, I_z , 車にはたらく外力を F_x, F_y, F_z , 力のモーメントを M_x, M_y, M_z とするとき, 車両固定座標系で表示した車の運動方程式は, つぎのように表されることを示せ。

$$\left. \begin{aligned} m(\dot{u} + qw - rv) &= F_x \\ m(\dot{v} + ru - pw) &= F_y \\ m(\dot{w} + pv - qu) &= F_z \end{aligned} \right\} \left. \begin{aligned} M_x &= I_x \dot{p} + (I_z - I_y)qr \\ M_y &= I_y \dot{q} + (I_x - I_z)rp \\ M_z &= I_z \dot{r} + (I_y - I_x)pq \end{aligned} \right\}$$



問題 10

図のように、質量 m_1 の車と質量 m_2 の車がそれぞれ速度 V_{10} , V_{20} で衝突するとき、下記の問いに答えよ。

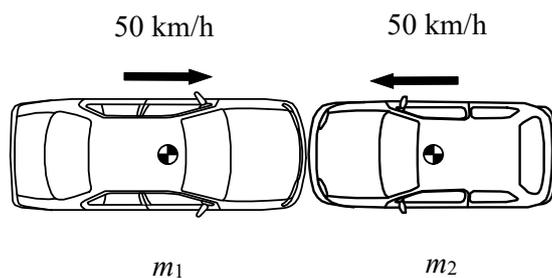


- (1) 運動量保存の法則から、車 1, 2 の衝突後の速度 V_1, V_2 を運動量保存の法則から求めよ。反発係数を e とする。
- (2) 衝突前後の速度変化（デルタ V という） $\Delta V_1, \Delta V_2$ を求めよ。また、車 1, 2 の速度が等しくなるときの共通速度 V_c を求め、 V_c と $V_{10}, V_1, \Delta V_1$ の関係を図示せよ。
- (3) 車 1, 2 の変形エネルギーの最大値の和 $U_{\max} = U_{1\max} + U_{2\max}$ を V_{10}, V_{20} で表せ。(1)の結果を用いて $\Delta V_1, \Delta V_2$ を変形エネルギーで表せ。
- (4) 車体剛性をそれぞれ k_1, k_2 (ばね定数) とするとき車 1, 2 の最大変形エネルギー $U_{1\max}, U_{2\max}$ および動的最大変形量 $x_{1\max}, x_{2\max}$ を求めよ。
- (5) (4)の結果を用いて、車 1, 2 のバリア換算速度を V_{10}, V_{20} を用いて表せ。また、バリア換算速度とデルタ V の大きさが等しくなるのはどのような場合か答えよ。バリア換算速度 V_B は次式で与えられる。

$$V_B = \sqrt{\frac{2U_{\max}}{m}}$$

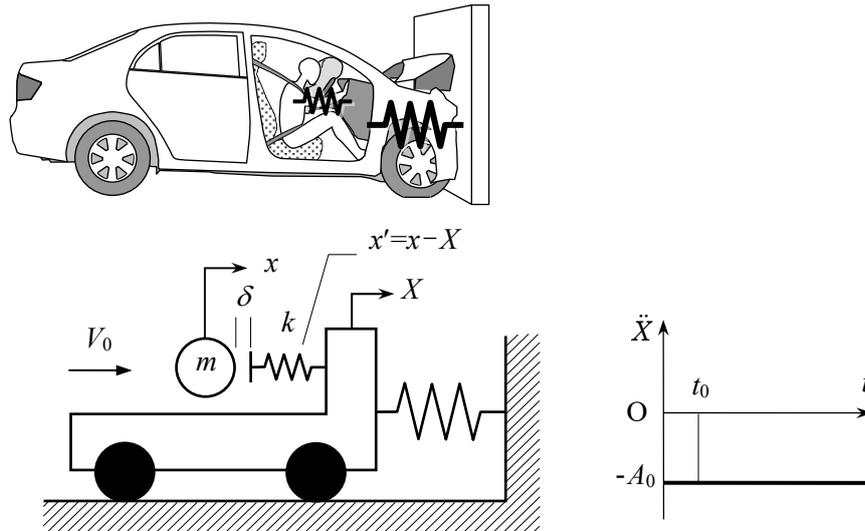
問題 11

図に示すように質量 m_1 の車と質量 m_2 の車が正面衝突した。それぞれの車のデルタ V （衝撃による速度変化）の大きさと質量比 m_1/m_2 の関係を求め、 $0.5 \leq m_1/m_2 \leq 2.0$ の範囲で図示せよ。ただし、反発係数を 0 とする。乗員の傷害はデルタ V と相関がある。乗員の傷害確率を $R = R_0 \Delta V^{2.5}$ （重傷）とおくとき、車 1, 2 の乗員の傷害確率の比を求めよ。 $m_1/m_2=2$ のときこの比はどのような値となるか。



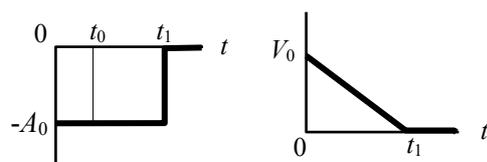
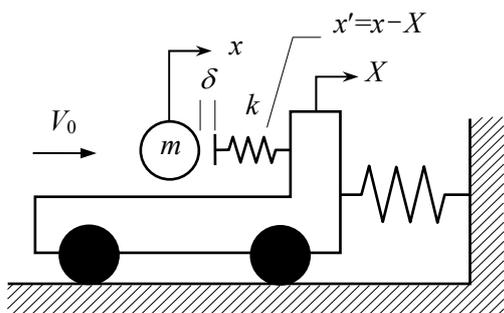
問題 12

図に示すように車の衝突時の乗員運動をモデル化する．車が初速度 V_0 から一定減速度 A_0 で減速するとき，乗員に発生する加速度の最大値 a_{\max} を求めよ．ただし，拘束装置（ばね定数 k ）にはシートベルトスラック δ が存在し，時刻 $t_0 = \sqrt{2\delta/A_0}$ 以降の時間で拘束装置から乗員に力がはたらくものとする．



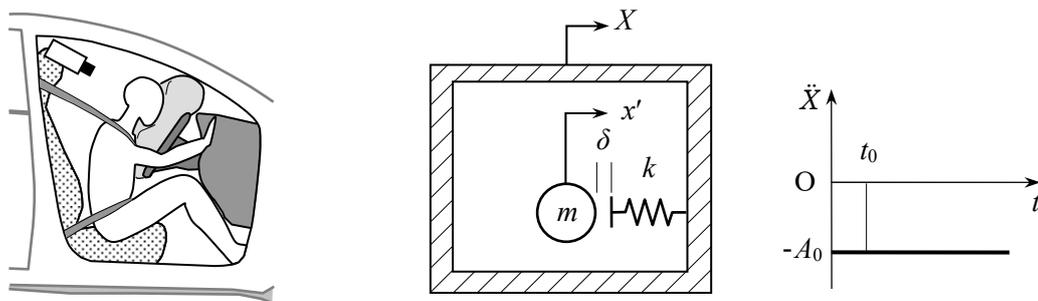
問題 13

問題 12 では車に減速度 A_0 が発生し続けた. これに対して, 時刻 t_1 にて車の速度が 0 となり, これ以降は加速度が 0 となるものとする. このとき, 乗員に発生する加速度を求めよ.



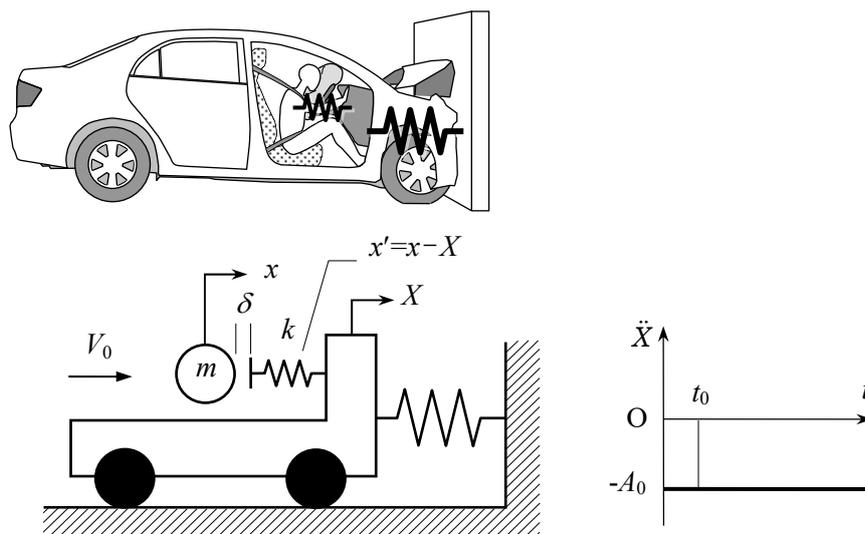
問題 14

問題 12 で乗員の運動を客室内から観察するものとする．図のように乗員に対して車両加速度による見かけの力（慣性力）がはたらくものとして運動方程式を求め，問 11 の運動方程式と一致することを示せ．



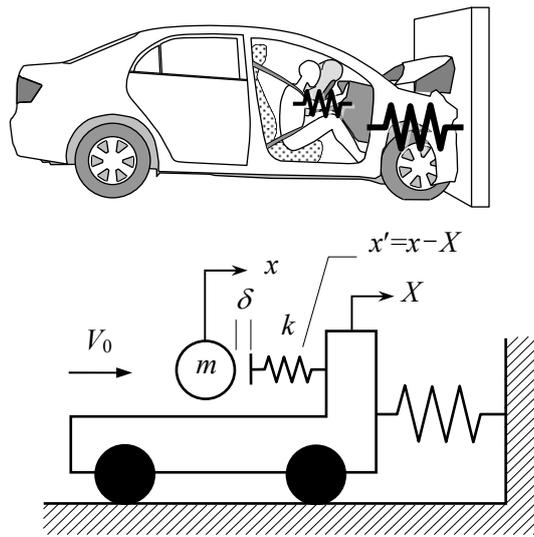
問題 15

実車衝突実験から車両の加速度 $A(t)$ と乗員の加速度 $a(t)$ が得られている．図 12 の力学モデルでは乗員の減速度は $\ddot{x} = -A_0 \sqrt{1 + (\omega t_0)^2} \sin\{\omega(t - t_0) + \phi\} - A_0$ となる（ただし， $t_0 = \sqrt{2\delta/A_0}$ ）．車両加速度 A_0 ，乗員の拘束装置の比剛性 k/m ，シートベルトスラック δ の値を，実験結果から同定するには，どのようにすればよいか．



問題 16

図の衝突の力学モデルを用いて、乗員のライドダウンエネルギー $E_{rd} = -\int_0^{X(t)} m\ddot{x}dX$ は、衝突時の車体変形エネルギーの一部であることを示せ。



問題 17

図のような衝突の力学モデルにおいて、車が初速度 V_0 から一定減速度 a_0 で減速するものとする。車両の変位を X ，乗員の質量，変位，速度を m, x, v とする。乗員の変位は、客室内変位 $x' = X - x$ と車両変位 X の和であることを考慮すると、拘束装置を通じて乗員になされる単位質量あたりの仕事の大きさは次のように表すことができる。

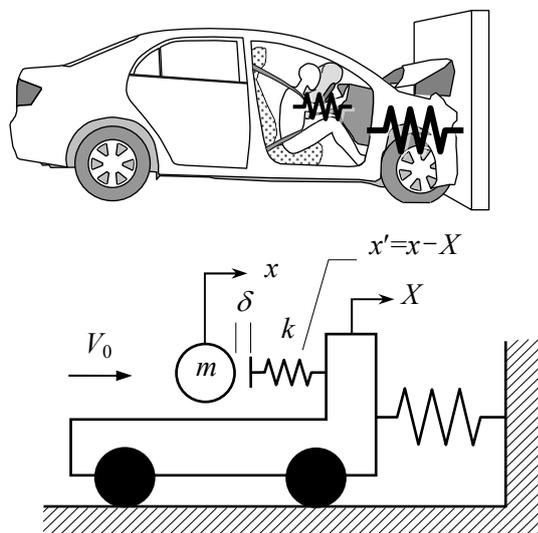
$$w = \int (-\ddot{x}) dx = -\int \ddot{x} (dX + dx') = e_{rd} + e_{rs}$$

ここで、 $e_{rs} = -\int \ddot{x} dx'$ (拘束装置の吸収するエネルギー密度)

$e_{rd} = -\int \ddot{x} dX$ (ライドダウンエネルギー密度，車両の減速によって吸収するエネルギー密度)

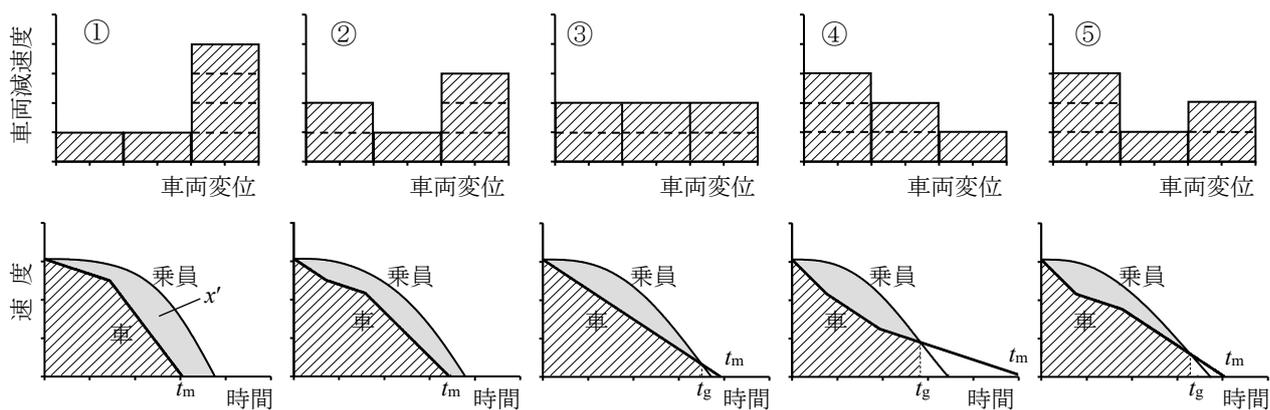
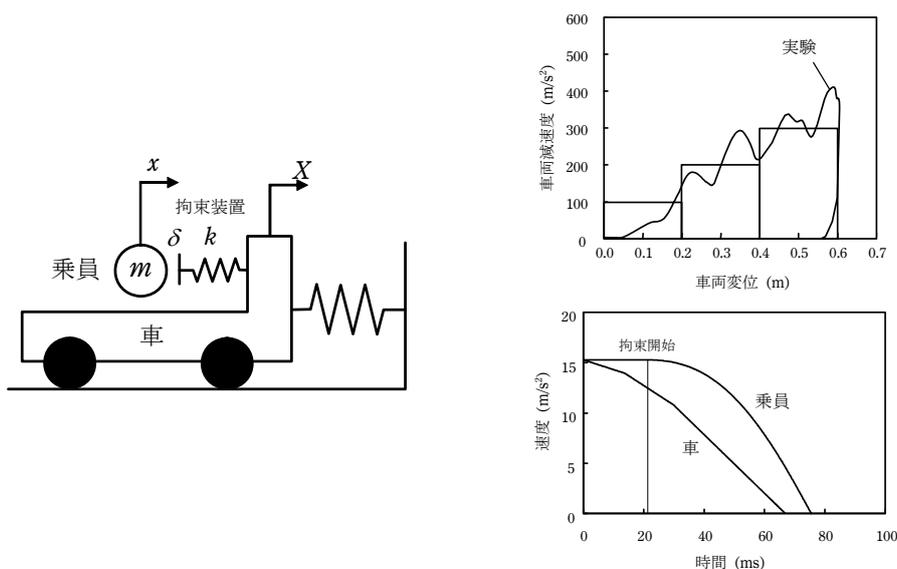
このとき、乗員の運動エネルギーのうち、車両の減速により吸収されるエネルギーの比であるライドダウン効率 μ を求めよ。ただし、 t_1 は車の速度が 0 となる時刻である。

$$\mu = \frac{\int_0^{X(t_1)} (-\ddot{x}) dX}{(1/2)V_0^2}$$



問題 18

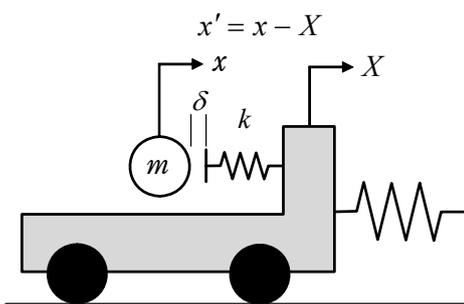
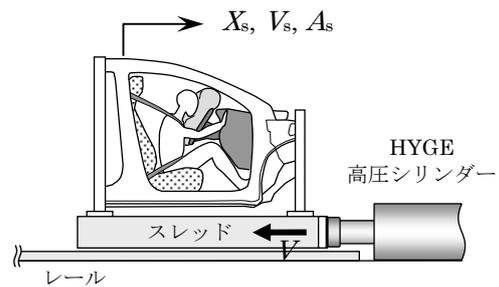
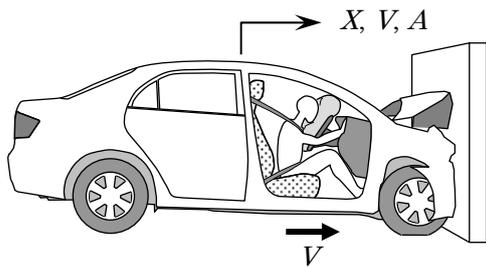
図に示す衝突の力学モデルに対して、55 km/h のフルラップ前面衝突による車両の減速度変位特性を図のような矩形波で近似して入力したところ、車両及び乗員の速度時間歴が図のようになった ($k/m=2000 \text{ N}/(\text{kg}\cdot\text{m})$, $\delta=25 \text{ mm}$ とした). 車の減速度と変位によって作られる面積は一定 ($= (1/2)V_0^2$) であることを考慮し、車両変位を 0.6 m と固定したうえで、車の加速度変位線図を①から⑤のように変化させたとき、最も乗員減速度が小さい減速度変位特性はどれか. 速度時間線図を考慮して考えよ.



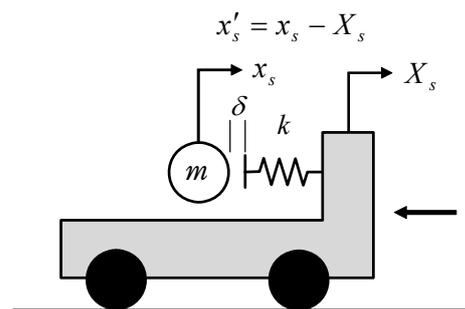
図：車の減速度変位特性(上)と車と乗員の速度変化(下)

問題 19

スレッド（台車）試験は実車衝突試験における乗員運動を模擬し，拘束装置を効率よく開発するためにおこなわれる．スレッド試験では，実車試験の客室加速度と等しい加速度をスレッドに与える．このとき車と台車の変位，速度について両試験の関係を求めよ．また，下の図に示す力学モデルを用いて，乗員と車両の相対変位について運動方程式を考えることにより，両試験における乗員加速度が一致することを示せ．



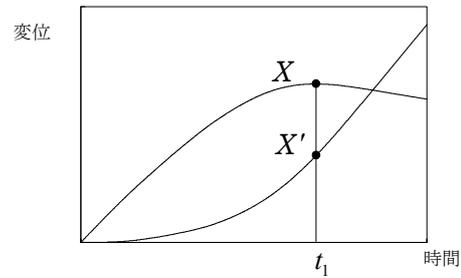
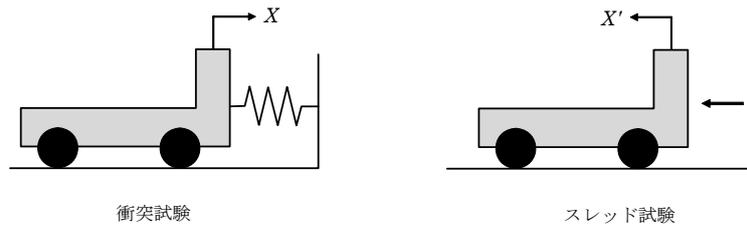
衝突試験



スレッド試験

問題 20

衝突速度 V_0 の実車試験における車両変位 X と、実車試験と同一の加速度で初速度を 0 とするスレッド試験（問題 19 参照）における台車変位 X' を図の向きに表すものとする。実車試験において X が最大値 C をとる時刻 t_1 において $X > X'$ となるためには、 $t_c > t_1/2$ が成り立つことを示せ。ただし、 $t_c = C/V_0$ とする。



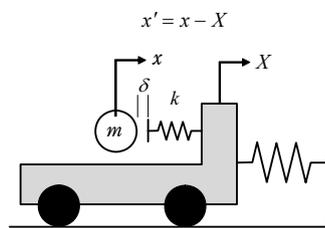
問題 21

下記に示す衝突速度 V_0 とする実車試験の力学モデルにおいて、車両の変位を X 、乗員の質量、変位、速度を m, x, v とするとき、乗員のライドダウンエネルギーは

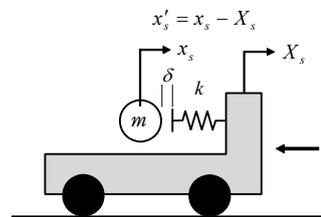
$E_{rd} = -\int_0^{X(t)} m\ddot{x}dX$ 、拘束装置の変形エネルギーは $U_{rs} = -\int_0^{x'(t)} m\ddot{x}dx'$ と表される。このとき

$$\frac{1}{2}mV_0^2 = E_{rd} + U_{rs} + \frac{1}{2}mv^2$$

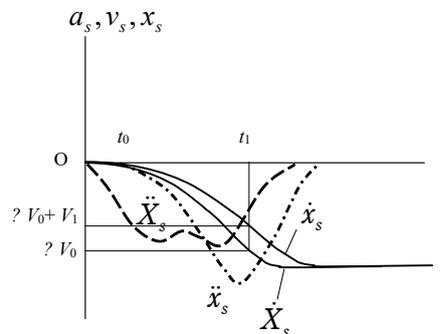
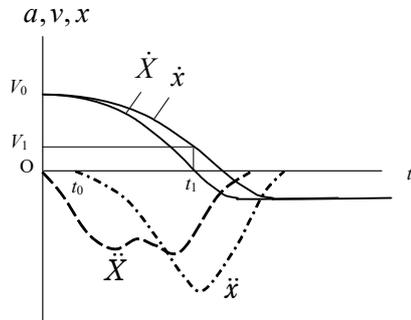
となることを導け。スレッド試験（問題 19 参照）において、乗員の持つ運動エネルギーと拘束装置が吸収したエネルギーの関係はどのようなになるか。



衝突試験



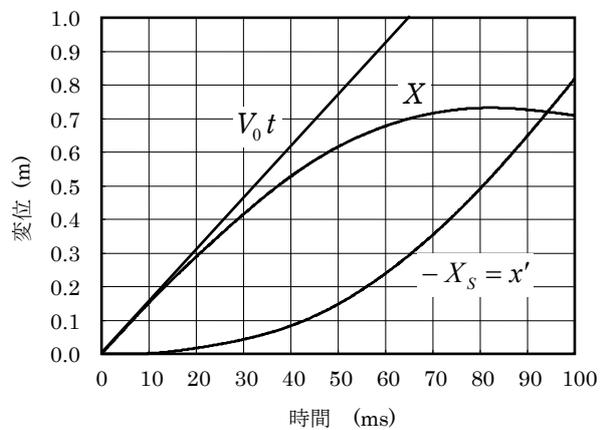
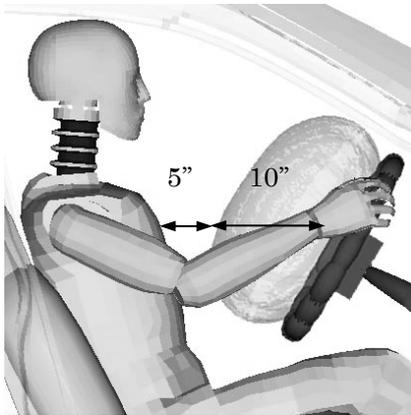
スレッド試験



問題 22

以下の問いに答えよ。

- (1) 衝突時におけるシートベルト非着用乗員の客室内変位は，実車試験と同一の加速度かつ初速度を 0 とするスレッド試験（問題 19 参照）におけるスレッドの変位と等しくなることを示せ。
- (2) 図のようにシートベルト非着用乗員の客室変位 x' が与えられるとき，シートベルト非着用乗員が 5 インチ（127 mm）移動する時刻に対して，少なくとも 30 ms 前にはエアバッグの展開を開始する必要があるとすると，エアバッグはいつまでに展開を開始しなければならないか。



問題 23

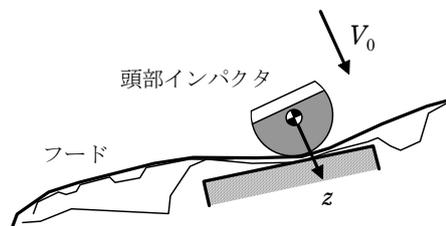
歩行者の頭部インパクトを初速度 $V_0 = 40 \text{ km/h}$ でボンネット上に対して打ち出し、一定の減速度 $a_0 \text{ (m/s}^2\text{)}$ で減速させるものとするものとする。このとき頭部インパクトの重心加速度から求めた頭部傷害基準 HIC によって頭部保護性能が評価される。

$$\text{HIC} = \max \left[(t_2 - t_1) \left(\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} a_R dt \right)^{2.5} \right], \quad t_2 - t_1 \leq 0.015 \text{ s}$$

$a_R = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$ は頭部インパクト重心の 3 軸合成加速度 (単位は G)

t_2, t_1 : 衝撃持続時間 (単位は s)

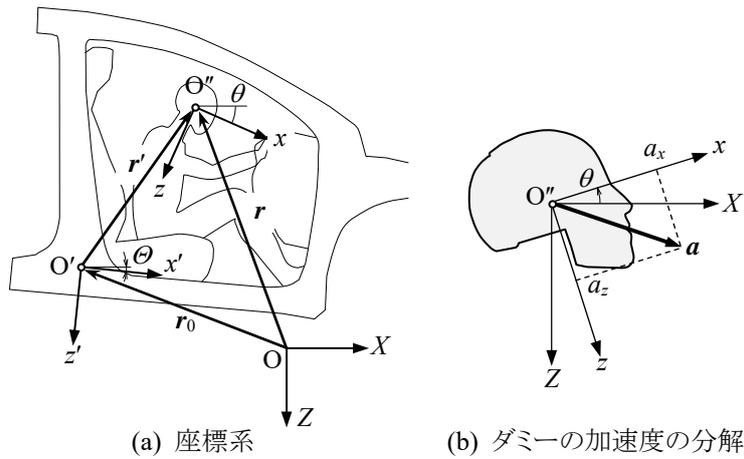
- (1) HIC を 1000 以下とするための減速度 a_0 の最大値を求めよ。ただし、インパクト重心の z 方向の減速度のみを考え、 x, y 成分は無視できるものとする。



- (2) このときの衝撃持続時間、ボンネットの変形量を求めよ。また、頭部インパクトの質量を m とするとき、ボンネットに必要なとされる反力 F を求めよ。

問題 24

車の客室に固定された座標系を $O'-x'z'$ 系, ダミー頭部に固定された座標系を $O''-xz$ 系とする. 車の衝突実験を衝突速度 V_0 にて行ったところ, 客室内の点 O' では加速度 \mathbf{A} (A_x, A_y), ダミー頭部では加速度 \mathbf{a} (a_x, a_z) が計測された. 静止座標系の座標軸に対して $O'-x'z'$ 系がなす角度を Θ , $O''-xz$ 系がなす角度を θ とするとき, 客室内から観察されるダミー頭部の軌跡, すなわち, 点 O' に対する点 O'' の変位を求める方法を述べよ.

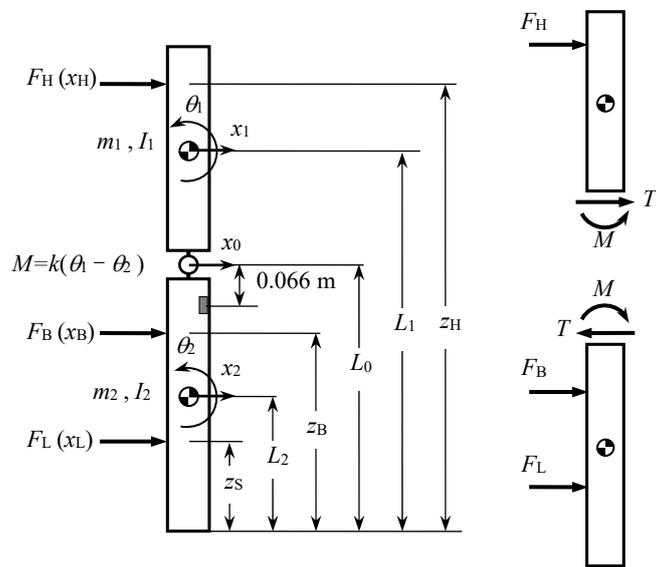


問題 25

歩行者の保護試験では脚部インパクトを自動車のバンパーに衝突させる．脚部インパクトは大腿部と脛骨部からなり，膝部材によって結合しているものとする．大腿部，脛骨部を剛体と考え，膝部材を回転ばねとして考える．脛骨部の加速度と膝部の曲げモーメントが次式で近似できることを示せ．

$$a_T \approx (F_B + F_S) / m_2$$

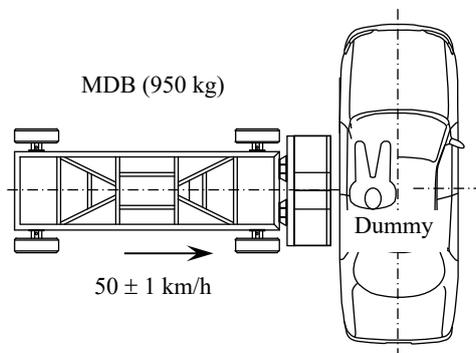
$$M \approx F_B(z_B - L_2) - F_S(L_2 - z_S)$$



問題 26

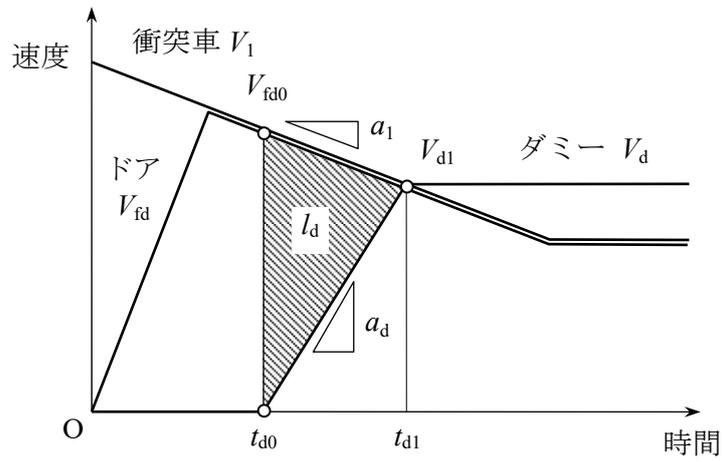
側面衝突の乗員保護を定めた法規では移動台車（moving deformable barrier; MDB）を速度 50 km/h で停止している試験車に衝突させる。このとき、下記の問いに答えよ。

- (1) MDB, 試験車重心, 試験車ドア, ダミー胸部の速度線図を描け。
- (2) ダミーの胸部加速度を低減させるための方法について記述せよ。



問題 27

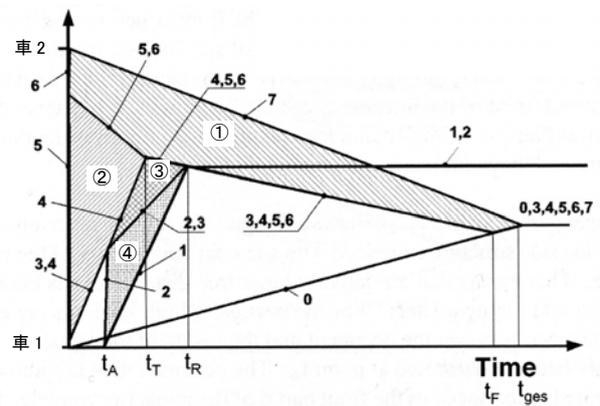
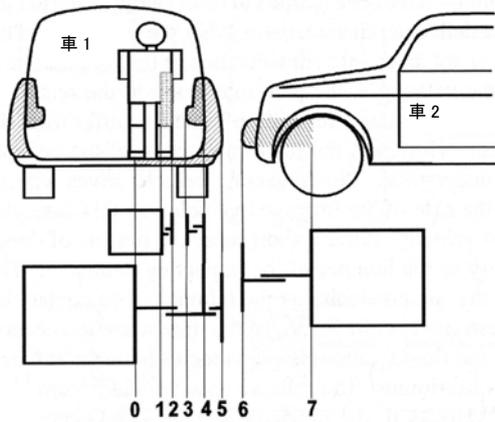
側面衝突において，図に示すように時刻 t_{d0} でダミーがドアと接触し，そのときのドア速度は V_{fd0} であった．衝突車の減速度を $a_1 (>0)$ ，ダミーとドア内装材の変形量の和 l_d とするとき，ダミーの加速度 a_d を V_{fd0}, a_1, l_d で表せ．



問題 28

図に示すように、車2が停止している車1に衝突する側面衝突の乗員挙動のモデル化をおこなった。各部の速度時間線図について下記の問いに答えよ

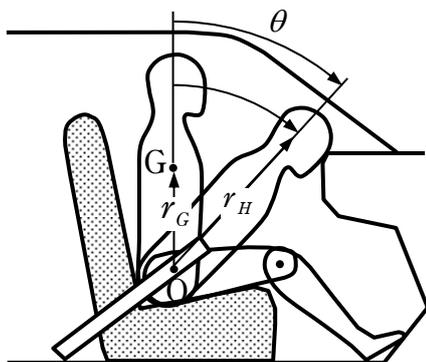
- (1) 側面衝突試験での乗員の傷害メカニズムを考えよ。
- (2) ①から④の領域が意味するものを答えよ。
- (3) トルソエアバッグを取り付けることで、変化する領域はどこか。
- (4) 側突車の側面剛性が高い場合は、図はどのような形となるか。



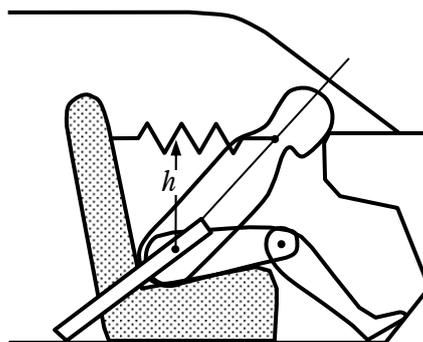
問題 29

図(a)のように、ダミーがラップベルトによって拘束され、客室に一定の減速度 a_0 が加わる場合を考える。ダミーの上体が一体となり、客室に固定された点 O のまわりに回転するものとする。このとき、下記の問題に答えよ。ただし、上体の質量と点 O まわりの慣性半径を m, κ 、点 O と上体の重心 G 、頭部の距離をそれぞれ r_G, r_H とし、重力の影響は無視できるものとする。OG の初期の向きは鉛直とする。

- (1) 頭部がインストルメントパネルに衝突するときの車に対する相対速度を求めよ。
- (2) 図(b)のようにショルダーベルトから体幹に力が加わるものとする。ただし、ショルダーベルトは常に水平とする。頭部とインストルメントパネルの衝突を防止するためには、ショルダーベルトのばね定数 k をいくら以上にすればよいか。



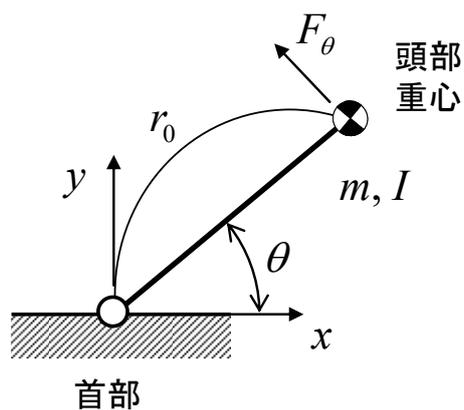
(a)



(b)

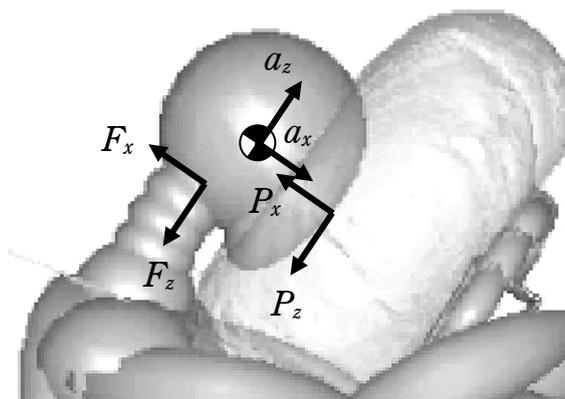
問題 30

頭部は首部で支えられた剛体リンクとしてモデル化できる．首部の回転支持部は変位することなく，頭部重心位置に円周方向に F_θ なる外力が作用した場合について，頭部の運動方程式を Lagrange の運動方程式を用いて求めよ．頭部の質量を m ，重心まわりの慣性モーメントを I とする．



問題 31

衝撃時にダミー頭部が客室内と接触せずに慣性力で振られているとき、頭部重心加速度 a_x , a_z と頸部から頭部にはたらく力（上頸部のせん断力 F_x , 引張り力 F_z ）の関係を求めよ。また、エアバッグが展開したとき、エアバッグからダミー顔部に加わる（ダミー頭部からみて）前後方向の力を求めよ。また、エアバッグの頭部に対するエネルギー吸収特性を見積もるにはどのようにすればよいか。



問題 32

以下は教科書「初等力学（前野昌弘著）」の記述である。この内容について論じよ。

「力学では相対運動が大事」という話をすると、以下のような質問をされることがある。

相対運動が大事ということは、20km/時で走って止まっている車にぶつかるのと、20km/時で走ってくる車にぶつかるのと、ダメージは同じということでしょうか。どうかながえても車がぶつかってくる方が大変なことになりそうな気がするのですが。

たいへんよい視点である。この質問に答えるには「ダメージ」という言葉をどう定義すればよいか、をちゃんと考える必要がある。「ダメージ」を測るには「どれだけの物を壊せるか」という視点で考えるべきであろう。この時に被害（車がひしゃげるとか、人間が腕を骨折するとか）が起こるわけだが、その被害を起こすためのエネルギーは「衝突前と衝突後の、エネルギーの差」から来ると考えられる。そこで、「衝突前のエネルギーの差」を「ダメージ」を測る目安として採用することにしよう。

そう考えてみると話は単純である。「人がぶつかってきた場合」でも「車が人にぶつかってきた場合」でも、最終状態ではどっちも止まってしまうだろうから、「衝突前後でのエネルギーの差」はすなわち、最初に持っていたエネルギーである。

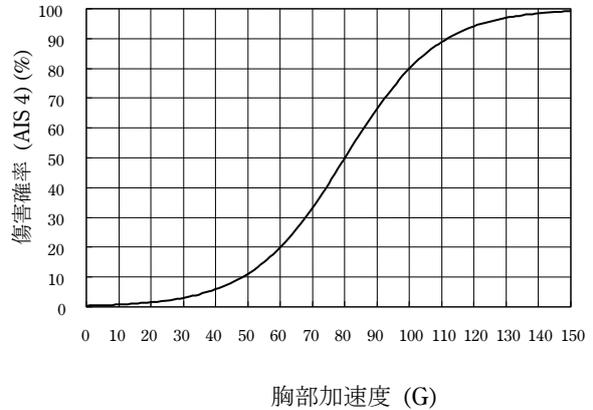
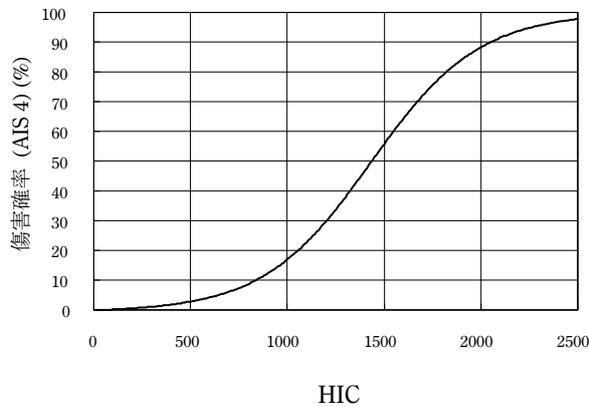
人間と車の質量をそれぞれ、 m 、 M としよう（ m はせいぜい100kgぐらい、 M は軽めで1000kgぐらいだろう）。速度 $v = \frac{20 \times 1000}{3600} = \frac{50}{9} \cong 5.6 \text{m/s}$ であるから、人がぶつかってくる場合のエネルギーの差は $\frac{1}{2} \times 100 \times \left(\frac{50}{9}\right)^2 \cong 1.5 \times 10^3 \text{J}$ であり、車がぶつかってくる場合は m が M に変わるのでこの10倍、すなわち約 $1.5 \times 10^4 \text{J}$ である。

問題 33

フルラップ前突試験を実施したところ、運転席乗員ダミーの HIC は 750、胸部加速度 (3ms) は 50G であった。下記の傷害確率の式を用いて、乗員が頭部または胸部に AIS 4 の傷害を受ける確率 P を求めよ。

$$P_{\text{Head}}(\text{AIS4}) = \frac{1}{1 + \exp\{(4.9 + 200/\text{HIC}) - 0.00351 \times \text{HIC}\}}$$

$$P_{\text{Chest}}(\text{AIS4}) = \frac{1}{1 + \exp(5.55 - 0.0693A)} \quad A \text{ は胸部加速度 (G)}$$



問題 34

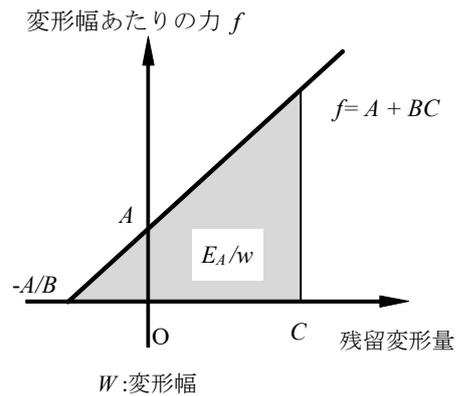
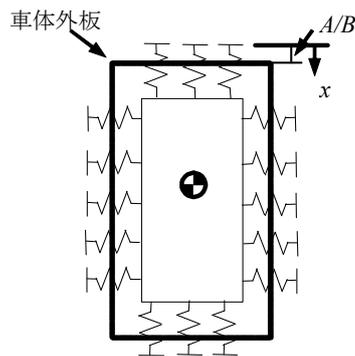
事故再現では衝突後の車の残留変形から衝突速度を推定する。固定バリア前突において、車体の変形特性をあらかじめ初期荷重の加わった線形ばねでモデル化し、車体の残留変形量 C と車体幅 W あたりの力 f との関係を次式で表す。

$$f = A + BC \quad (\text{Cambell の式})$$

上の式をもとに下記の式を導け。ただし、変形エネルギー E_A 、衝突速度 V とする。

$$(1) \quad \sqrt{\frac{2E_A}{W}} = d_0 + d_1 C \quad (\text{McHenry の式})$$

$$(2) \quad V_B = b_0 + b_1 C \quad (\text{江守の式})$$



問題 35

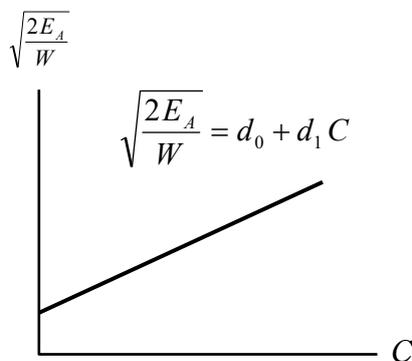
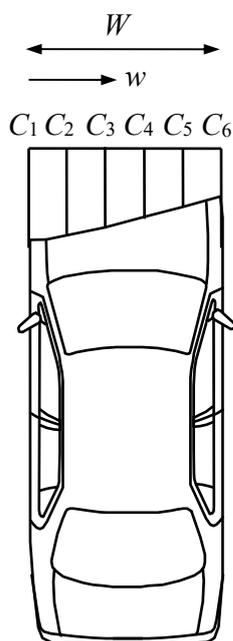
車の変形エネルギーを E_A とすると、車幅 W あたりのエネルギーが衝突後の残留変形量 C によって次のように与えられるものとする。

$$\sqrt{\frac{2E_A}{W}} = d_0 + d_1 C \quad (d_0, d_1 \text{ は車によって決まるパラメータ})$$

この車が図のように変形した。変形域を 5 分割したところ、それぞれの位置での変形量は C_1, \dots, C_6 であった。車の変形エネルギーが次式で与えられることを示せ。

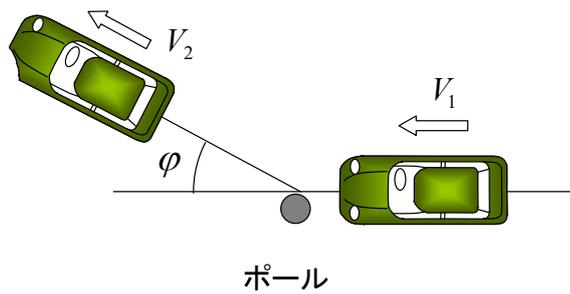
$$E_A = K_1 d_0^2 + K_2 d_0 d_1 + K_3 d_1^2$$

$$\begin{cases} K_1 = \frac{W}{2} \\ K_2 = \frac{W}{10} \{C_1 + 2(C_2 + C_3 + C_4 + C_5) + C_6\} \\ K_3 = \frac{W}{30} \{C_1^2 + 2(C_2^2 + \dots + C_5^2) + C_6^2 + C_1 C_2 + C_2 C_3 + \dots + C_5 C_6\} \end{cases}$$



問題 36

質量 1200 kg, 速度 60 km/h の車がポールに衝突したところ, 進行方向が角度 φ (20°) 変化した. 衝突にともない車両は変形し, その変形量から前面衝突時のバリア換算速度は約 30 km/h と推定された. また, ポールも一部変形し, その変形量からポールは約 50 kJ の変形エネルギーを吸収したと推定された. 衝突直後の車両速度 V_2 はいくらになるか. 車とポールとの摩擦や車の回転にともなう影響は無視して推定せよ.



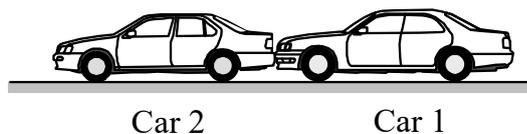
問題 37

車 2 (1273 kg)が信号で停止したとき, 車 1 (1388 kg)に追突された. 車 1 は衝突後に 5.6 m だけ滑り停止した. タイヤと路面の摩擦係数を 0.45 とする.

- (1) 衝突の反発係数を 0.1 とするとき, 車 1 の衝突速度を求めよ.
- (2) 車 1 の変形量は 0.15 m, 車 2 は 0.34 m であった. 車 1 の衝突速度を変形エネルギーを用いて計算せよ. ただし, 変形エネルギーは, バリア換算速度 V_B (km/h)と変形量 C (m)の関係を表す次式を用いよ.

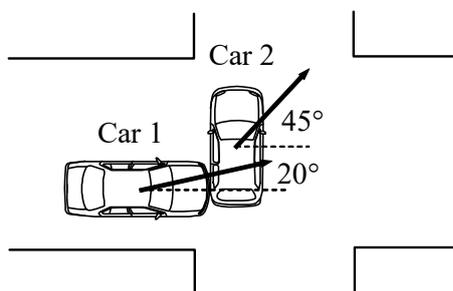
$$V_{B1}=82C + 13 \quad [\text{km/h}]$$

$$V_{B2}=53C + 10 \quad [\text{km/h}]$$



問題 38

交差点で車が衝突した。次の値を用いて、車 1,2 の衝突速度を求めよ。



	車 1	車 2
質量	1000 kg	750 kg
衝突前の角度	0°	90°
衝突後の角度	20°	45°
衝突後の移動距離	18.9 m	13.1 m
路面の摩擦係数	0.40	0.45

問題 39

下記の問いに答えよ.

- (1) シートベルト着用乗員の傷害確率を P_{Belted} , シートベルト非着用乗員の傷害確率を P_{Unbelted} とする. シートベルト着用の効果 E を, ベルト非着用乗員が全てベルトを着用したときの傷害者の減少の割合と定義するとき, これを求めよ.
- (2) 事故データベースから運転席乗員と助手席乗員が着座しており, 運転席乗員がベルト着用で助手席乗員がベルト非着用していた組(A)と, 運転席乗員と助手席乗員がともにベルト非着用であった組(B)を抽出した. それぞれの傷害者数を N_{DBA} , N_{PUA} , N_{DUB} , N_{PUB} とするとき, E を求めよ.

問題 40

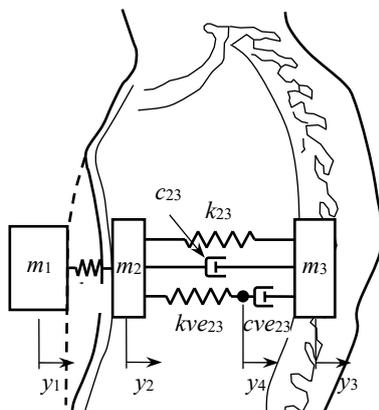
シートベルトリマインダ装着車の運転席乗員のシートベルト着用率は 97.5%，非装着車の運転席乗員のシートベルト着用率は 85.8%であった。シートベルトリマインダによって、シートベルト非着用乗員がシートベルトを着用する確率を求めよ。

問題 41

図に示すように、胸部を質点、ばね、ダンパーからなる多質点系によってモデル化した (Lobdell のモデル). 質量 m_1 はインパクタ, m_2, m_3 は胸骨と脊椎の有効質量である. ばね k_{12} はインパクタと胸骨の間の軟部組織の剛性を, 胸郭内部のばねとダンパーは胸骨と脊椎の間の結合を表す.

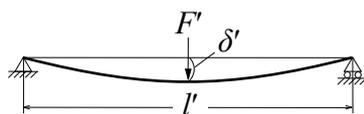
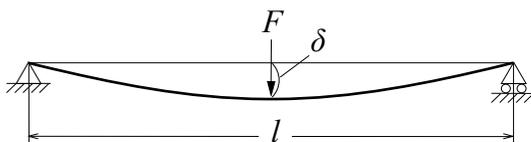
(1) インパクタ, 胸骨, 脊椎について運動方程式を求めよ.

(2) $m_1=23$ kg, $\dot{y}_1(t=0)=7$ m/s を代入して, 上の式を数値計算によって解き, 力 $F = m_1 \ddot{y}_1$ と胸部変形量 $y_4 - y_3$ の関係を描け. ただし, $m_2=0.45$ kg, $m_3=27.2$ kg, $k_{12}=281$ kN/m, $k_{23}=26.3$ kN/m, $kve_{23}=13.2$ kN/m, $c_{23}=0.52$ kN·s/m (圧縮), $cve_{23}=1.23$ kN·s/m (引張), $cve_{23}=0.18$ kN·s/m (引張・圧縮).



問題 42

大人の大腿骨を両端支持した状態で中央位置に荷重 F が作用するとき、この位置でのたわみが δ であった。長さの比が λ_l 、弾性係数の比が λ_E である子供の大腿骨に、同様の境界条件で荷重を与える。両者のたわみ曲線が相似であるとき、 F, F' と δ, δ' の関係を求めよ。



問題 43

A belted front passenger (no airbag) of normal stature was involved in a frontal crash with a delta-v of 40 km/h. He lost consciousness immediately after the collision for a short period of time. No externally visible lesions. Identify the type of his head injury with explanation of your judgement. Describe an injury parameter to evaluate the risk of this type of head injury using a dummy in a crash test.

