

カッシーニ曲線の CAD 化とその断面曲線による自動車車体形状の同定

井上 慶一 Keiichi INOUE (いわき明星大学理工学研究科物理工学専攻修士 2 年)
桜井 俊明 Toshiaki SAKURAI (いわき明星大学科学技術学部)

概要: 本論文では、カッシーニ曲線をデジタル化、すなわち CAD 化すること、それによって得られた図形をある平面の切断によって得られる断面曲線から、自動車車体形状を同定することを目的とする。自動車車体形状が同定できれば、その形状をもとに車体形状を 3 次元 CAD で創出し、自動車のロールオーバー事故におけるロールオーバーシミュレーションの車体形状に供するものである。このことによって自動車のロールオーバー事故時の室内における乗員の移動状況、車体変形および乗員と車体との接触状況との関係を明白に出来ると考えているからである。また、ロールオーバーに対して優位な車体形状を論じることができる。さらにカッシーニ曲線を CAD 化することによって、設計情報をより多く定量化できる。

著者の一人はこれまで卵形形状と車体構造の力学的特性、卵形形状による自動車車体の標準化などの研究を行ってきた。卵形形状のロールオーバー時の有利性についても検討を行っている。また、我々は前回の報告で一般的な卵形曲線やカッシーニ曲線の CAD 化により、鶏卵形状や最近の自動車車体形状の同定に関して報告した。

キーワード: 設計論 / 卵形曲線 / 自動車車体構造

1. はじめに

前回の報告^[1]では、おおよそ次のような内容を報告したのでその概略を述べる。卵形曲線に関する従来までの研究には、卵形曲線の数学的表現手法および書き方に大別される。前者には、デカルトの提案した卵形曲線^[2]やカッシーニの提案した卵形曲線^[3]が挙げられる。卵形曲線の描き方に関しては多くの報告がある。

最近の小型乗用車と卵形形状について新聞のニュースなどで紹介されているが、定量的学術的報告は見当たらない。

自動車車体形状とロールオーバー事故時の車体変形については、著者の一人は米国の連邦法規 (FMVSS No.216) で規定される静的圧縮試験における車体形状を詳しく観察している^[4]。その結果によると、車体前端部とセンターピラーを結んだ線上に崩壊することを報告している。

本論文では、最近の自動車車体形状およびロールオーバー事故時車体変形とカッシーニ曲線の CAD 化、およびその曲線の平面による切断によって得られる曲線群と形状に関する基礎的研究について述べる。さらに CAD 化によって設計情報の定量化を図る。

2. カッシーニ曲線

ここでは、カッシーニ卵形曲線を数学的に表記する代表例と CAD 化について述べる。

2.1. カッシーニ曲線の定義および CAD 化

カッシーニ曲線は 2 定点からの距離の積がある定数の 2 乗になる点の軌跡と定義される。

その曲線を直交座標で表現した式を(1)および(2)に示す。

$$r_1 r_2 = b^2 \quad (1)$$

$$\left[(x-a)^2 + y^2 \right] \left[(x+a)^2 + y^2 \right] = b^4 \quad (2)$$

式(2)を使用し、カッシーニ曲線の高さ方向(z 方向)をパラメータにしたときの xy 平面の曲線群を図 1 に示す。

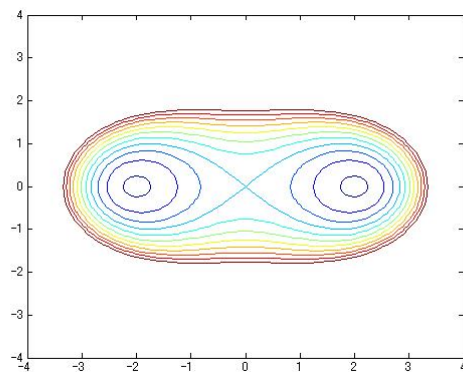


図 1 カッシーニ曲線

この曲線群の中から、市販の鶏卵形状を示す一例を図 2 に示す。

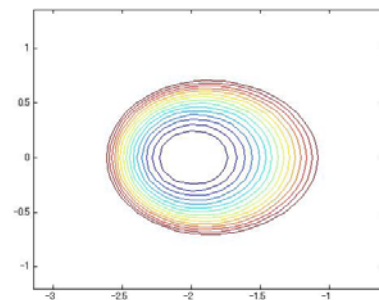


図 2 卵形曲線の一例

この曲線群の CAD 化を試みた。使用 CAD ソフトは Pro-ENGINEER である。

カッシーニ曲線を CAD 化した結果を図 3 に示す。

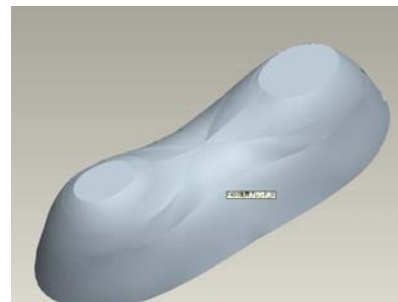


図 3 カッシーニ曲線の CAD 化

上記データを使用して、平面である高さやその傾き角度を変え、切断し種々検討した結果を次に述べる。

3. 結果

3.1. 最近の小型自動車の外形形状とカッシーニ曲線による同定

最近の小型自動車の外形形状は卵形形状が多い。そこで、これらの車体形状を卵形曲線で同定するために種々形状を調査し、それらの形状をカッシーニ曲線で同定する。

図4にその結果を示す。なお、車体の基準位置は前輪車軸中心であり、形状は車体側面図の車体中心線を代表位置とした。

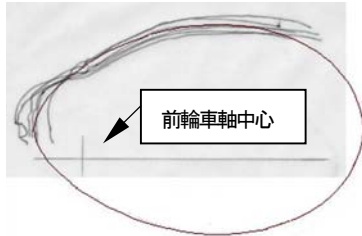


図4 カッシーニ曲線による平面切断(傾斜=0)同定 $h=-1.5$

3.2. 自動車のロールオーバー事故を規定する法規による静的試験結果—試験後のルーフの変形状態

自動車のロールオーバー事故に対する代表的な法規は米国の連邦安全局が定めているFederal Motor Vehicle Safety Standards (FMVSS)No.216である。これまでの著者の一人が試験後の車体ルーフ形状を調査して纏めた結果、崩壊後のルーフ変形状はおおむね車体前端部とセンターピラーを結んだ線上に崩壊することが分かった^[4]。それらの関係は既に前報で報告した^[1]。

3.3. カッシーニ曲線切断面の傾斜による曲線

さらに、カッシーニ曲線のCADデータから、切断面を傾斜して曲線を得る手法を検討した。

ここでは、次の傾き角を定義する。

1. x軸方向を長手方向に取り、そのピッチング角度 α
2. x軸方向を長手方向に取り、そのローリング角度 β

図5にピッチング角度 α を種々変えた結果を示す。

図6にローリング角度 β を変えたときのカッシーニ曲線断面の一例を示す。

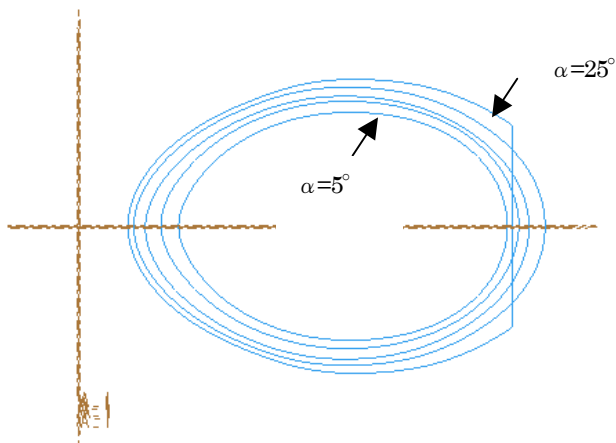


図5 ピッチング角度 α を変化させたときのカッシーニ曲線断面の一例

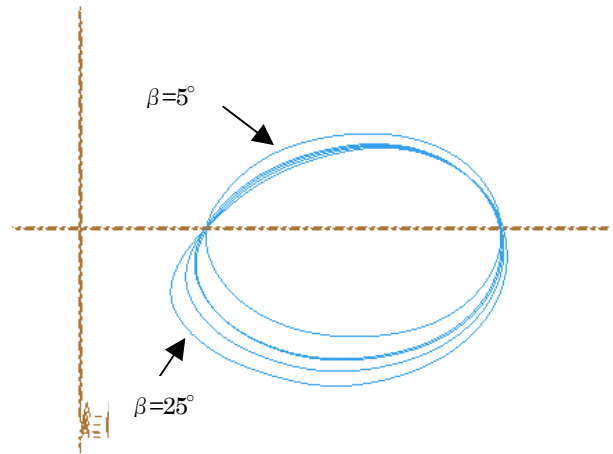


図6 ローリング角度を変えたときのカッシーニ曲線断面の一例

図7に2軸の回転、すなわち α および β を考慮した曲線の一例を示す。

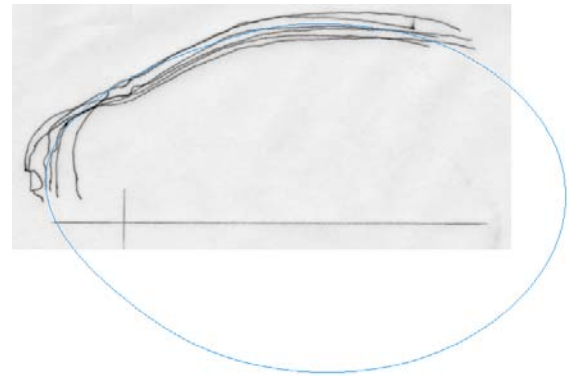


図7 2軸を考慮した車体形状の同定曲線

3. 結論および今後の課題

1) カッシーニ曲線およびその切断面の傾斜により、種々卵形曲線が得られた。最近の自動車車体形状の同定を行い、定量化を図った。

2) カッシーニ曲線のCAD化によって、さらに設計情報の定量化が図れる。

今後、車体形状の同定化と共に、ロールオーバーシミュレーションによって、車体変形、乗員挙動および車体変形と乗員の接触状況を研究する。

参考文献

- [1] 桜井俊明, 井上慶一, 卵形曲線およびカッシーニ曲線と自動車形状に関する研究, 2008年度大会学術講演論文集, 日本図学会, 169-170, May 2008
- [2] Rone Descartes, La Geometrie, 1637
- [3] E. H. Lockwood, A book of curves, Cambridge at the University Press, 1961
- [4] T. Sakurai, et al., Study on Passenger Car Rollover Simulation, The 13th International Technical Conference on Experimental Safety Vehicles (ESV), 91-S6-O-10, 1991