

リストリクタの流体力学的最適化

知能流体力学研究室

大野晃裕

1. 緒言

リストリクタとはモータースポーツ競技において、排気量差による車両性能の差を縮めるために装着を義務づけられる吸気制限装置である。

図1はリストリクタ本体およびその前後形状を含む吸気管断面の概略図である。リストリクタ前後の吸気管形状によって、エンジンの出力状態が大きく変わることが知られている。そこで、リストリクタ前後の空気の流れを解析し、吸気効率の高い吸気管形状を決定することが重要な課題となっている。

本研究の目的は、自動車技術会主催の「全日本学生フォーミュラ大会」へ本学から出場している車両について、外気温等の環境条件とエンジン回転数等の車両条件の下でのリストリクタ前後の最適形状を設計することである。

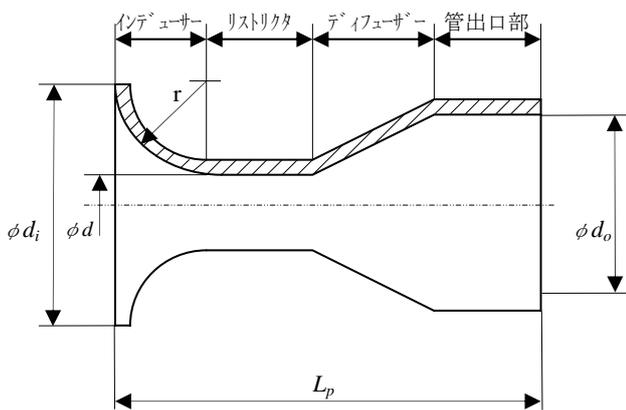


Fig1. Schematic of intake pipe

2. 設計およびANSYSによる解析

吸気管各部位の寸法は以下の式で計算する。

・吸気管長 L_p

$$L_p = \frac{0.9 \times 10^6 \phi d^2 a_s^2 Z^2}{\pi N^2 Q} \quad (1)$$

・インデューサー一部曲率半径 r

$$r = 0.6 \phi d \quad (2)$$

・ディフューザー部 断面積比 A_r

$$A_r = \phi d_o^2 / \phi d^2 \quad (3)$$

ディフューザー長さ比 = $2l / \phi d$

(4)

a_s は音速, Z は慣性特性数, N はエンジン回転数, Q はエンジン排気量, ϕd はリストリクト部直径, l はディフューザー長さを表す。このうち、数値がレギュレーション、環境条件、車両条件により与えられるものは、 $\phi d_o = 41 \times 10^{-3} (m)$,

$a_s = 347 (m/s)$, $Z = 0.5$, $N = 6800 (rpm)$, $Q = 0.449 \times 10^{-3} (m^3)$, $d = 20 \times 10^{-3} (m)$ である。

また、吸気管全長は変更せず、リストリクト部の管長 L_r , 管出口部管長 L_o を表1に示す組合せで用意し、ANSYSで解析を行う。

Table1. Size of the pipe of restrict part and pipe of exit part

名称	$L_r (mm)$	$L_o (mm)$
Case1	60	522
Case2	190	422
Case3	291	321
Case4	321	291
Case5	422	190
Case6	0	694

Case6は比較のため、リストリクタ、ディフューザーの無い、入口から出口まで内径41mmの直管とする。

3. 結果および考察

解析結果より出口流量の比較を図2に示す。

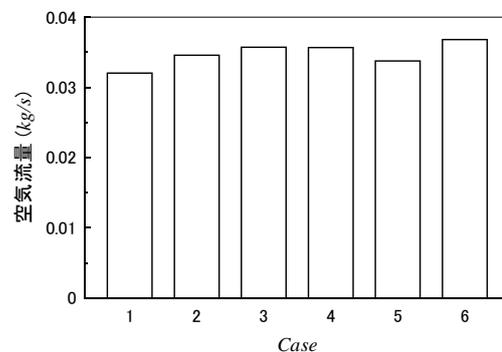


Fig2. Flux comparison

横軸は表1に示した各管を、縦軸は流量を表す。直管であるCase6の流量を基準とすると、Case1は0.87倍、Case2は0.94倍、Case3は0.97倍、Case4は0.97倍、Case5は0.92倍という結果になった。これよりCase3およびCase4の管長形状であれば、リストリクタが無い状態であるCase6に極めて近い流量で、空気をエンジンに送ることが出来ると思われる。

今後の課題として、各部の長さを変化させた場合の流量変化がなぜ発生したのかを調べる。管路の継ぎ目による段差・管内表面摩擦の条件、脈動効果・慣性効果を解析へ導入および、解析結果の実証実験を行う必要がある。

文献

- (1) 樋口健治, 『自動車工学』
- (2) 木村逸郎, 酒井忠美, 『大学講義 内燃機関』
- (3) 田古里哲夫, 荒川忠一, 『流体力学』