

Fig.3 Detail of the intake model with bleed

Table 1 Experimental condition

Cases	Cavity	LT	Bleed	BCP ₂
Case1	Without Cavity	0mm	Without Bleed	0mm
Case2	With Cavity	9.3mm	Without Bleed	0mm
Case3	With Cavity	2.7mm	Without Bleed	0mm
Case4	With Cavity	2.7mm	With Bleed	4.1mm

離を抑制するために、第1ランプと第2ランプの間(偏角点)からの抽気、いわゆるランプ抽気と、スロート後方のキャビティ部からの抽気であるキャビティ抽気が行える境界層抽気機構を備えている。

本インテークの抽気機構を支配する各部の寸法パラメータを定義する。まず、インテークが適切に作動するためのパラメータに関して、寸法 HC , LC , LB の値はインテークの形状設計において決定された値を用いている。これらは、インテークをクリティカル作動させるのに必要な寸法である。 LD は Diffuser Block の長さを示し、本実験では $LD=7.5\text{mm}$ に固定し実験を行った。本研究ではキャビティ抽気のみを行った結果について述べる。キャビティ抽気に関わるパラメータは寸法 LT , BCP_2 である。 LT はスロート部を交換、 BCP_2 は Bleed control plate を移動することによって変えられる。実験条件を次のように定める。 $LT=0\text{mm}$ の場合をキャビティなし、 $LT=2.7, 9.3\text{mm}$ の場合をキャビティありとする。また、 $BCP_2=0\text{mm}$ の場合を抽気を行っていない状態(抽気なし)、 $BCP_2=4.1\text{mm}$ の場合を抽気を行っている状態(抽気あり)とする。本実験において行った4ケースの実験条件を Table 1 に示す。

3. 実験結果および考察

3.1 インテーク内部流れ構造に及ぼすキャビティ有無の影響

インテーク内部流れ構造に及ぼす、キャビティ有無と形状の影響を調べるために Fig.4(a), (b), (c) を調べる。(a), (b), (c) は Case1, Case2, Case3 の場合である。Case1 を調べると $X=55\text{mm}$ 付近の位置に先頭の垂直衝撃波と $X=60\text{mm}$ 付近に後続の垂直衝撃波が確認できる。また、先頭衝撃波と壁面付近の境界層が干渉し低速流領域が拡大し始めているのがわかる。Case2 を調べるとキャビティ後端部付近で2つの斜め衝撃波が確認できる。また、ランプ上で発達してきた境界層がキャビティ部で波上に変形していること、キャビティ後端部付近で境界層は大きく剥離し、インテーク壁面に沿って低速流領域は大きく広がっていることが確認できる。また、Case1 と同様に2つの垂直衝撃波が確認できる。Case3 を調べると、キャビティ後端部付近で複数の斜め衝撃波が観察される。これは衝撃波が非定常に振動していることが原因であると考えられる。またキャビティ幅を狭めたこの条件においては、境界層は Case2 の場合と比べ、キャビティ付近において非定常で複雑な流れではないことが確認できる。流路後方では Case1, Case2 と同様2つの垂直衝撃波が確認できる。

以上の結果より、Case2, Case3 は Case1 の場合より流れは複雑に変化することが観察できる。このことよりインテーク内にキャビティがある場合、ない場合ではキャビティがない場合に流れは安定することがわかる。なお、Fig.5 の静圧分布を調べると、キャビティのない Case1 の場合の静圧上昇が良いことがわかる。

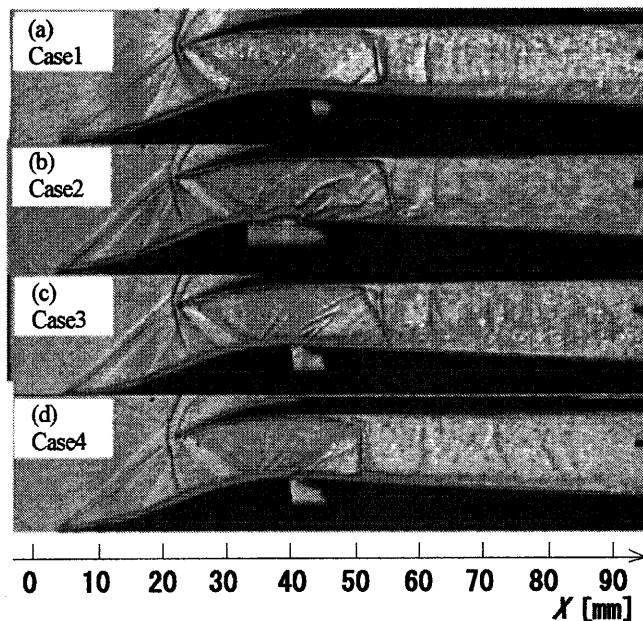


Fig.4 Flow structures of the supersonic intake

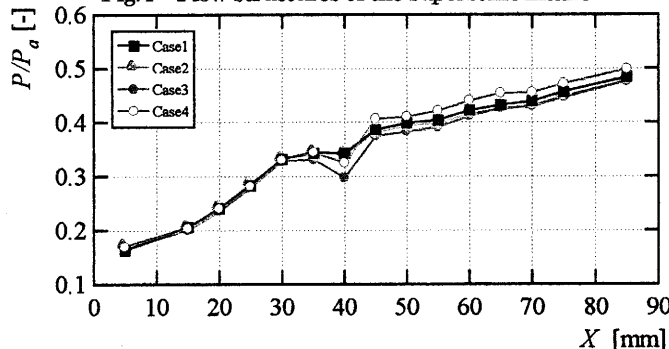


Fig.5 Temporally-averaged static pressure distribution in the intake flow with and without cavity bleed

3.2 インテーク内部流れ構造に及ぼす境界層抽気の影響

インテーク内部流れ構造に及ぼす境界層抽気の影響を調べるために、Case3 の場合と Case1 の場合を比較検討する。Case3 の場合には、 $X=55\text{mm}$ 付近で生じている先頭の垂直衝撃波と $X=60\text{mm}$ 付近で生じている後続の垂直衝撃波と壁面境界層は複雑に干渉し、流路後方で境界層は剥離しているのが確認できる。Case4 は抽気を行った場合である。Case4 の場合、流路後方で生じている垂直衝撃波は1つとなることが確認できる。また、Case3 で流路後方で発達、剥離していた境界層の発達は抑制されていることが観察できる。これより、境界層を適切に抽気することで境界層の発達、剥離を抑制し、インテーク流路後方で有効流路断面積の減少を抑制でき亜音速ディフューザーとしての性能が向上するものと考えられる。Fig.5 の静圧分布よりこのことが確認できる。

4. 結言

マッハ2の一樣流中に置かれた2次元超音速インテークの内部流れ模様と静圧上昇に及ぼすキャビティ抽気の影響を、流れの可視化と静圧分布測定により調べた。

その結果、キャビティ抽気を行うことにより、インテーク内部での流れは安定すること、インテーク下壁に沿う境界層の剥離、境界層(低速流領域)の発達が抑えられること、そしてより大きな静圧上昇が得られること等がわかった。

文献

- (1) 久保田・桑原, ラムジェット工学, 日刊工業新聞社, (1996.12), pp.97-121