

開放型衝撃波管から発生する衝撃波と渦輪の研究
Study of a shock wave and a vortex ring from an open-end shock tube

鶴貝 慧¹, 菊池 崇将², 村松 旦典²
Kei Tsurugai¹, Takamasa Kikuchi², Akinori Muramatsu²

Abstract: The experiment equipment was a diaphragmless open-end shock tube. Our objective is to reproduce the flow field inside and outer this shock tube by numerical simulations using a software FLUENT. A swelled rubber film which separate the section of high pressure and low pressure was a pseudo diaphragm. The rapid shrinking of the rubber film meant the rupture of a shock tube diaphragm. The rapid shrinking is simulated by using moving boundary which shifts backward. The moving boundary shape is designed as equal to the time elapse of contact cross section between gas in high-pressure section and gas in low-pressure section.

1. 緒言

開放型衝撃波管では、管内を伝播する衝撃波、開放端から放出される爆風と渦輪の減少を実験的に模擬できる装置である。実験装置内の減少を数値模擬できれば、種々の減少の詳細な理解や、実験条件や装置改良をより効率的に実施できる。

この衝撃波管は、隔膜式ではなく、ゴム膜を擬似的な隔膜として用いた無隔膜式である。Figure 1 に作動原理を示す。衝撃波管は、高圧室、低圧室、支持気体室、ダンプタンクによって構成されている。支持気体室内に、高圧室よりも高圧な気体を充填させることでゴム膜が膨張する。膨張したゴム膜は、高圧室と低圧室を隔て、擬似的な隔膜として機能する。支持気体室の圧力をダンプタンクへ開放するとゴム膜は急速に収縮し、高圧室に充填されていた駆動気体が低圧室に流れ込み、衝撃波が低圧室に駆動される。

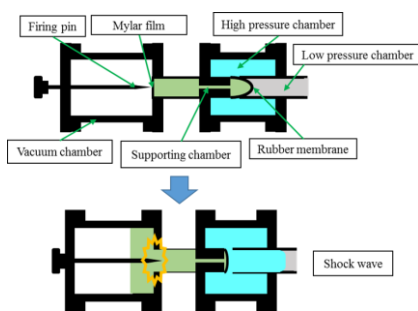


Figure 1. Mechanism of a rubber type shock tube

隔膜式では隔膜はごく短時間に破断し、高圧室気体と低圧室気体が瞬間的に接触する。一方で無隔膜式では、隔膜式と比べて両気体の接触面積が緩やかに大きくなる。数値模擬で実験装置を模擬する為には、ゴム膜の収縮を再現する必要がある。昨年度の研究で、ゴ

ム膜のふくらみの異なる複数の初期条件を用いて計算したが、流れ場を再現できなかった。本年度は、ゴム膜を動かすことで再現する。

2. 数値模擬

数値模擬に汎用の数値解析コード ANSYS Fluent を用いる。Figure 2の空白部のような隔膜部を、まるごと後方に移動させることでゴム膜の収縮を再現する。この図において底辺が x 軸上と接している。この非定常計算の条件として、2 次元軸回転対象、陰解法、密度ベースソルバー、移動境界を設定する。

実験装置のゴム膜が収縮し終わるまでの開口時間と、その過程における高圧室気体と低圧室気体の接触面積の推移を求め、接触面積推移と等価な移動境界形状を設定する。移動境界の長さは、移動速度と、開口時間から求める。

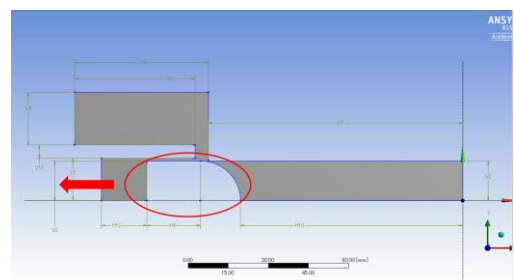


Figure 2. Moving diaphragm model

3. 今後の方針

- ・ ゴム膜のふくらみがマッハ数に影響を与える原因を究明する。
- ・ 数値模擬を三次元に拡張し、開口端に三次元的な形状を持ったマズルを取り付けた実験装置の流れを再現する。

1 : 日大理工・学部・航宇 2 : 日大理工・教員・航宇