

## GG-ATR推薬供給系の検討

著者	二階堂 大希, 今井 良二, 中田 大将, 東野 和幸
雑誌名	室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センター年次報告書
巻	2016
ページ	14-17
発行年	2017-08
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10258/00009809">http://hdl.handle.net/10258/00009809</a>

## ATR-GG 推進供給系の検討

○二階堂 大希（航空宇宙システム工学コース 学部4年）

今井 良二（航空宇宙システム工学ユニット 教授）

中田 大将（航空宇宙機システム研究センター 助教）

東野 和幸（航空宇宙機システム研究センター 特任教授）

### 1. はじめに

小型無人超音速実験機オオワシIIの推進剤供給システム開発の一環として、昨年度までに(1)高速軌道を利用した高加速度環境下サブスケールタンク内スロッシング特性試験、(2)タンク製造方法の検討を実施してきた[1]。これに引き続き本年度は、実寸大タンクを試作し、仮想的に加速度環境を付与した条件における液体排出特性の計測、可視化を行った[2]。

### 2. 内容[1]

#### 2-1. 実験装置

オオワシ2号機の燃料タンクでは、円筒型タンクを横置きで複数個直列に並べて搭載予定である。本研究では、実寸大の可視化用模擬タンクを二個直列に接続し、加圧ガスにより液を排出した場合のタンク内流体挙動の観察を実施した。図1に可視化用模擬タンクを示す。タンクの内径は $\phi 200$  mm、全長は700 mmである。模擬タンクの材質は推進剤のエタノールに対して耐性を有する透明塩化ビニルとして内部を可視化できるようにした。またタンク内部にはスロッシング、ガス巻き込み防止用に円盤状邪魔板、推薬およびガスの供給管、排出管を内蔵させた。これらの材質はSUS304とした。

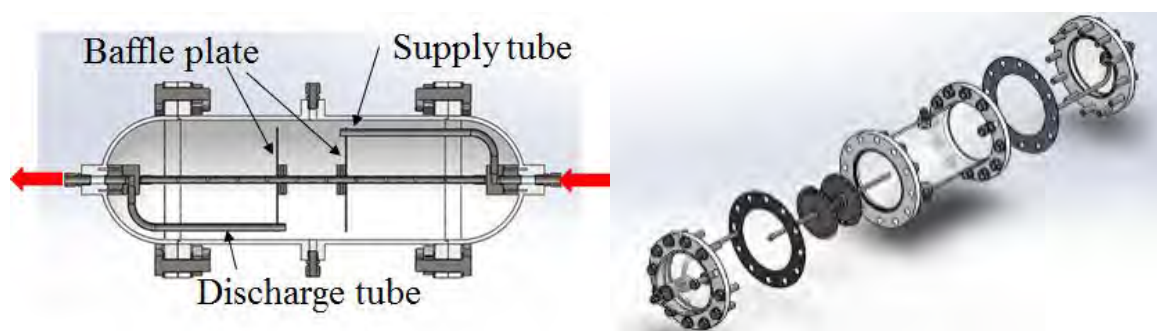


図1 可視化用模擬タンク

図2に試験系統を示す。直列の二個の模擬タンクの上流に加圧用窒素タンク、下流にはポンプを通してドレンタンクが接続されている。ポンプは試験終了後に、液体を模擬タンクに最供給する際に用いた。なお、試験液体には純水を、加圧ガスには窒素を用いた。加圧圧力は模擬タンクの耐圧性を考慮して最大0.6 MPaとし、排出流量の最大値は、実機タンクと同一の36 L/minとした。試験開始前に上流タンクの液体充填量はタンク体積の95%、下流タンクは100%充填とした。

また、試験用タンクに仮想的に機軸方向加速度を印加させるため、タンクおよび配管系を傾斜させる方法を用いた。図3にタンクおよび配管系の傾斜の状況を示す。

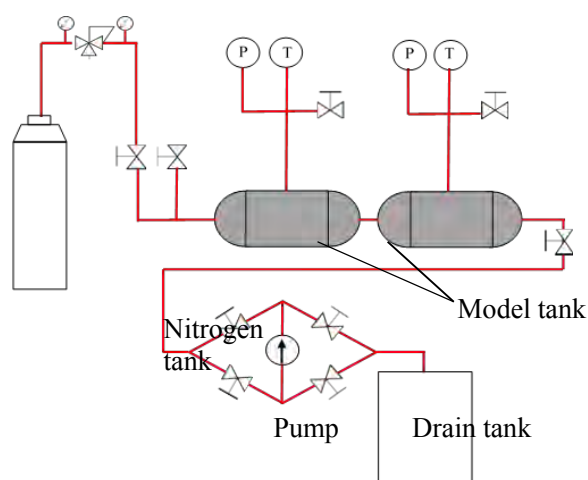


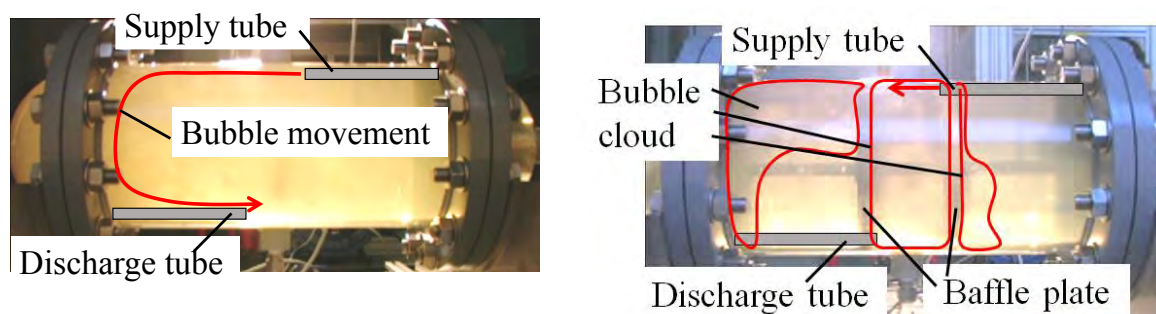
図2 試験系統



図3 タンクおよび配管系の傾斜の状況

## 2-2. 実験結果

窒素ガスの供給圧力を 0.6 MPa とした場合のタンク内部の流動挙動を観察した。ここでは内部デバイスの有無による流動挙動の差異を確認した。上流側タンク内の自由界面は、液体排出に伴い、ほぼ水平に低下し、内部デバイスの有無による流動挙動の差異は小さいことが確認された。図4に上流側タンクの液の排出が完了し、下流側タンクにガス相が流入した際の流体挙動を示す。ここでは内部デバイスの有無による流動の比較結果を示す。



(a) without baffle plates

(b) with baffle plates

図4 ガス相流入時の下流側タンク内流動挙動

図4よりタンク内部に邪魔板が無い場合、ガスの流入により気泡流が形成され、タンク内部のほぼ全体を周回する結果となった。これにより、液排出に伴い排出間から多くの気泡が排出される可能性が示唆された。一方、内部デバイスが設置された場合は気泡流が邪魔板に衝突し、気泡群がタンク内部全体に拡散することは無く、二つの邪魔板間の空間内に主に滞留する挙動となった。排出管の設置位置を邪魔板の下流側にとすることにより、液排出時のガス混入を防止できるものと考えられる。

上流、下流側タンク両方の液排出中の残液量が少なくなった時点において、排出口に近い気液界面が陥没し、排出口にガス相を吸入する Suction dip が観察された。図5に Suction dip の発生状

況を示す。Suction dip 発生時の残液量は、液排出流量が大きいほど大きくなること、本残液量はタンク内圧力に依存しないことを確認した。Suction dip 発生を抑制し、ガス巻き込み時の残液量低減の対策は、今後の課題とする。

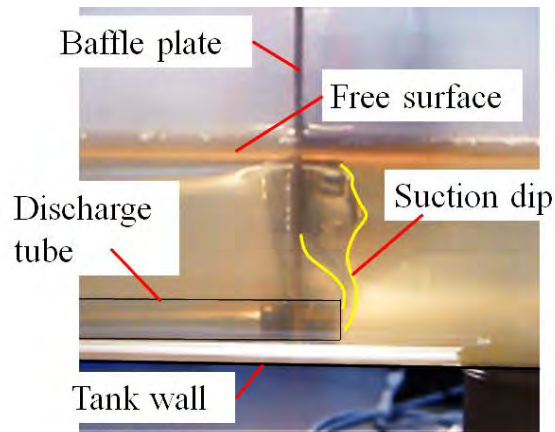


図5 Suction dip 発生状況  
(タンク内圧 0.2 MPa, 下流側タンク)

次に、機軸方向に 0.5 G の加速度が負荷された状態での液体排出を観察した。図6に観察結果を示す。上流側タンクでは、外乱が無い場合と比較して排出中の様子に大きな差は見られなかった。ここでは、液が一定の傾きを保持した状態で排出する様子が見られた。(図6上図)

下流側タンクでは、排出開始と同時に激しく気泡が巻き込む様子が確認されたが、排出口までは到達しないと考える。その後、すぐに液面に向けて気泡が上昇し、上流側タンクと同じような状態になり排出を行う結果になった(図6下図)。排出完了後の残液量は 30%~40%であり、下流側タンクの場合はこれ以下の液量で 0.5 G が連続的に負荷されるとガス巻き込みを生じる。

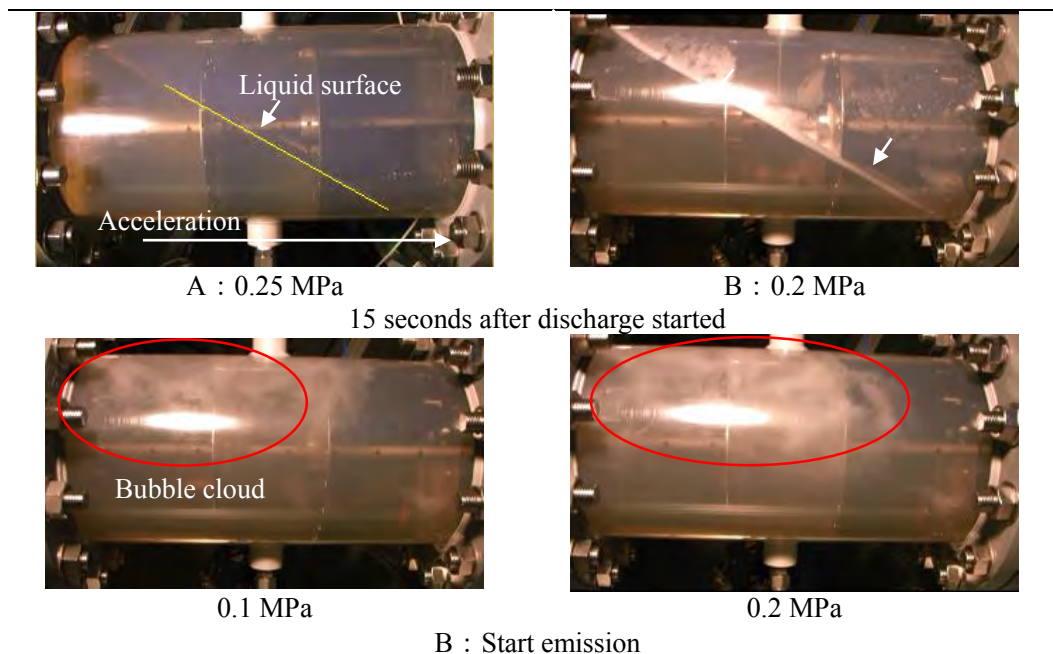


図6 機軸方向模擬加速度印加時のタンク内流体挙動

## 参考文献

[1]東野和幸, 今井良二, 湊亮二郎, 中田大将, 小型無人超音速機オオワシの推進系システムの研究  
開発状況と課題, 日本航空宇宙学会第 48 期年会講演会, 東京 (東京大学), 2017.4.13-14.