

空中 2 液混合バルブ機構

Aerial 2-Liquids Mixing Valve Mechanism

○正 多田隈建二郎 (大阪大) 正 藤澤隆介 (八戸工業大)
西田健 (九州工業大) 正 松野文俊 (京都大)

Kenjiro TADAKUMA, Osaka University, takuma@mech.eng.osaka-u.ac.jp
Ryusuke FUJISAWA, Hachinohe Institute of Technology
Takeshi NISHIDA, Kyushu Institute of Technology
Fumitoshi MATSUNO, Kyoto University

This paper describes the mechanism of 2-liquid mixing valve. Previously, there is the problem of getting stuck in the end holder after the operation of the releasing urethane foam. In order to solve this problem, we propose aerial mixing motion. The basic prototype model is designed and developed. The basic motion of the prototype is confirmed experimentally. In addition, as the application of this mixing valve mechanism, the concept of the Environment Printing Robotics is shown.

Key Words: Mechanism, Valve, Aerial Mixing

1. はじめに

従来、2 液体や複数種類の物質を混合するものは、その混合過程において、混合する閉空間容器を有するため、図 1 に示すように、その容器内で硬化し詰まってしまい、混合体の噴出作業の再開の度に容器を交換する必要があった。混合の例として、膨張性を有する発泡ウレタンは、多種多様な対象物を把持したり [3]、溝を埋めたり [1][2] といった、作業ロボットや移動ロボット用として利点を有する一方で、上記の問題が使用するうえで残されていた。上記の内部詰まりゆえ先端バルブの再噴出の都度の交換は、作業効率を著しく悪くし、消耗が激しくコストが高くなるという 2 次的問題に加え、何よりも移動体に搭載した場合の活動機能や活動環境が制限されているというのが現状である。

本研究では上記の容器内での混合詰まりの問題を鑑み、空中で混合させるバルブ機構について考案した。また、機体を実際に設計・試作し、実機を用いた実験を通して、その原理の有効性を確認したので、次章以降で報告する。また、本報においては、環境改変ロボティクスという、このバルブ機構ゆえに連続噴射が可能となるロボットの応用例に関しても、その概念や有用性について論じる。

2. 基本概念

図 2(a)に、考案した空中混合バルブ機構の基本概念を示す。特に今回は 2 液式のものに絞って構造を考える。A 液と B 液が、容器内の閉じた空間においては混ざることなく、それぞれ単独に噴出後に、空中で混ざり合うことによって、初めて硬化が開始する構造となっている。



Fig. 1: Problem of getting stuck of Previous Mechanism

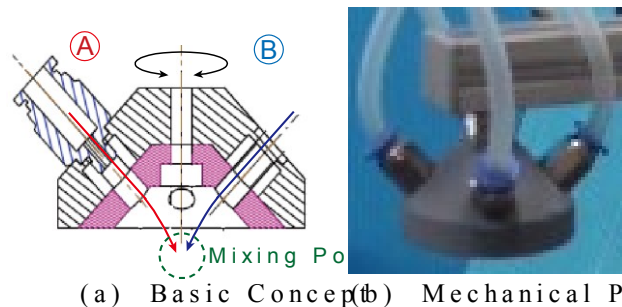


Fig. 2: Concept and Prototype of Proposed Valve Mechanism

3. 具体的構成

前章で説明した配向型において、中心から半径方向へ直線的に穴が開く構造以外にも、らせん状に貫通穴を開けるとい構造も有用であると考えられる。また、これらの構成を異軸式として、他にも、同軸上・多重状の配置や、穴形状を放射状の凹凸形状 (ひだ) を有するものにして隣り合うもの同士での接触面積を増加させるなどの構造が考えられる。さらに、機構全体を能動的に回転・揺動・並進運動の振動的付加などが挙げられる。比較的小型の攪拌器の混合後の分離や、溶液による配管内の洗浄が挙げられる。

市販の混合部は、閉鎖された空間内にらせん状の構造が設けてあり、その空間を通して、2 種類の溶液が混ざり合い、噴出される (図 参照)。そのために、この空間内で硬化してしまうという現象が起きる。配向型の他にも、この 2 液式の発泡ウレタンが水溶性である性質を利用し、物理的な容器を用いるものの、容器の内表面から水を染み出させたり、内部のらせん構造の表面からも水を染み出させる方法も考えられる。空圧を利用して非接触で仮想的な容器を構成する方法、外側から内側に向かって半径方向に圧縮空気を付加することにより、混ざり具合を高めることが可能になると考えられる。

今回、混合バルブ機構の第一次段階として、構成・試作の容易さの観点から、4 つ穴構成で第一次試作機を設計・製作した。図 2(b)に設計・試作した実機の外観を示す。

配向型において、ヨー軸を共通軸とすることで、外側と内側の 2 部品において、穴の貫通とふさぎの 2 状態が構成可能となる。

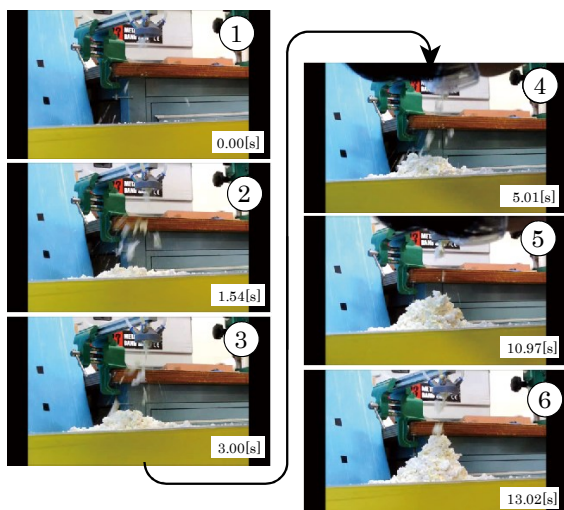


Fig. 3: Releasing Motion



Fig. 4: Experimental Result

4. 実機実験

図3に実験の様子を示す。図からもわかるように、A液（いそしあねーと）とB液（ポリオール）が空中で触れ、混ざりながら後に下降していく様子が見える。図4の半分より下に示すように、約2分経過したのちに硬化した。しかしながら、空中での混ざり具合が十分ではなく、まだ噴出後に接触した物体上で混ざりあう効果の方が大きいと考えられ、混合具合の向上が課題である。

さらにB液において、それ自体がチューブ内で硬化してしまうという現象はこの構成のままでは発生するため、今後は液自体が硬化してしまう前の液体状態の時にタンクの根本部から噴出部に向けて勢いよく洗浄体を流すなどの洗浄方式と組み合わせることで、解決していく予定である。

また、配向するバルブ構造においても、穴の数や、それぞれの穴の直径、穴同士の距離や角度、および材質と表面あらしなどの設計の最適化はこれからの課題である。

5. 環境改変ロボティクスとしての応用・発展例

図5に、この度提案する環境改変ロボティクスの概念を示す。地上走行移動体、空中移動体に加え、水中での移動体、また、これらの境界・複合領域における移動体ももちろん考える。想定する移動作業体は、移動機構と、噴出装置として本報のバルブ機構を組み合わせたもので、その場や状況に応じて溝や隙間を埋めるなどの外部支持体の構成や船状浮遊体や梯子・スロープなどの構造的道具を構成することを想定している。また、噴出するものは、前章までの発泡ウレタンに限らず、将来的には種子や植物などを混ぜることにより、より環境に良いものを噴出することで、緑地の任意構築にも発展させることが出来るものである。つまり、「環境改変ロボティクス」は、「移動・作業ロボットを用いて、ロボットの外環境に支持体や構造的道具を三次元にプリンティングするもの」とであると考えることが出来る。

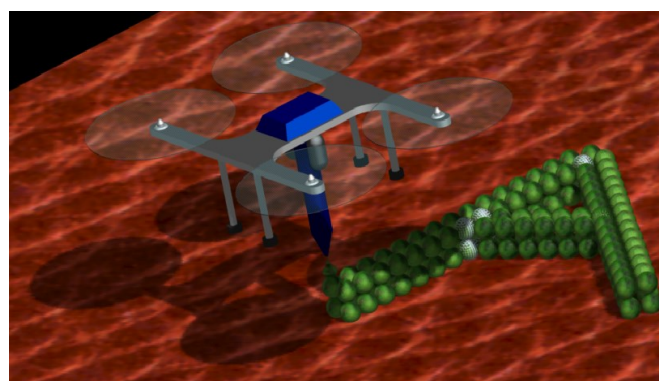
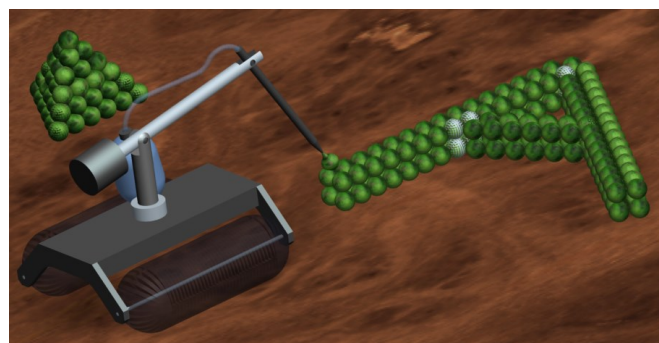


Fig. 5: Concept of Environment Printing Robotics

また、群ロボットへの関連性から、例えば、2液混合の混合具合を変えることで剛性を調整することが可能になるが、柔らかさ・固さの入り混じった環境の改変を、任意のパターンで構成することを、異種の群ロボットにて作業することも想定している。

6. まとめ

本研究では、混合溶液の容器内詰まり現象の発生を防止のため、空中混合バルブ機構について考案した。また、提案した原理に基づき、基礎的な観点から4つ穴配向構造の簡易版を第一段階として設計・製作し、試作した実機を用いた実験を通して、その基本的な有効性および課題を確認した。今後は、配向式のバルブ機構の設計最適化および、空中混合という点では統一的であるが、配向式以外の他の構成ではどのような機能変化が起こるのかの最適化を進めていく予定である。

謝辞

本研究は、総合科学技術・イノベーション会議により制度設計された革新的研究開発プログラム（ImPACT）により、科学技術振興機構を通して委託されたものです。

文献

- [1] Nils Napp, Radhika Nagpal, "Distributed Amorphous Ramp Construction in Unstructured Environments", Symposium on Distributed Autonomous Robotic Systems (DARS), Nov 2012.
- [2] 石橋成人, 岡崎慎也, 藤澤隆介, "外界を改変することで移動可能性を拡張する環境構築型ロボット群のメカニズム", 2P1-102, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2013.
- [3] 多田隼 建二郎, 多田隼 理一郎, 西田 健, Jose Berengueres "超膨張バブル式グリッパ機構", 2H1-4, 第15回 公益社団法人 計測自動制御学会システムインテグレーション部門 講演会 SI2014.
- [4] Hunt, G.; Mitzalis, F.; Alhinai, T.; Hooper, P.A.; Kovac, M. "3D printing with flying robots" IEEE International Conference on Robotics and Automation 2014, Page(s): 4493- 4499