

P04

ジグザグに折りたたまれた導電性テープテザーの 展開力学特性解析

○松崎秀太(神奈川工科大学), 杉本洋平(宇宙航空研究開発機構),
藤井裕矩(神奈川工科大学)

2010年に打ち上げられたS-520-25号機による観測ロケット実験でも実際に使用されたベア導電テープテザーは高効率な推進技術(デブリ除去技術)であるElectrodynamic Tether(EDT)への応用が期待されている。同観測ロケット実験でテープテザーは2次元的にジグザグに折りたたまれたテザーボックスに収納された状態から展開が試みられたが、展開途中で想定外の展開抵抗が発生し全長の半分以下で展開終了となった。本研究では地上における展開実験によりジグザグに折りたたまれたベア導電テープテザーの一般的な展開力学特性を解析することを目的としている。今回の実験では、異なる展開速度とテザーボックスの開口率の条件下でのテープテザーの展開の様子を高速度カメラで観測し、その際の展開抵抗を電子天秤で計測することによって解析を試みる。現時点の実験結果から開口率が100%である場合は安定した展開が可能で、開口率が小さくなるに従って展開力学特性が複雑になっていくことが分かった。

2014/12/17-19

第6回スペースデブリワークショップ

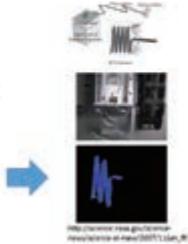
ジグザグに折りたたまれた導電性テープテザーの展開力学特性解析

松崎秀太(神奈川工科大学)、杉本洋平(宇宙航空研究開発機構)、藤井裕矩(神奈川工科大学)



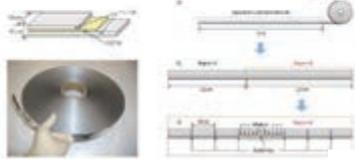
テザー展開機構

- ベイトリール式展開機構: 展開中、宇宙機の角運動量とテープテザーのテンションをコントロールする必要がある。
- スピニングリール放出機構: 機構の特性上、テープテザーを展開することはできないが線状と網状テザーの展開に適している。
- 折り畳み式展開機構: 展開中、宇宙機の角運動量には大きな影響を与えない。テープテザーの展開特性を正しく理解する(i.e., 展開抵抗を見積もる)必要がある。



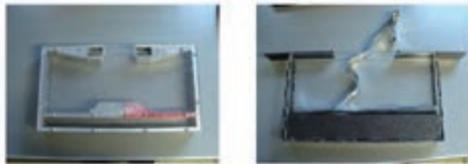
ペア導電性テープテザー

- 厚さ45 μ m、幅25mm、長さ3.9mの導電性テープテザーを使用
- 2.4mを30cm間隔でジグザグに折りたたみ、真ん中の一折分、60cmのテザーに展開特性解析のためのマーカーを貼付する。

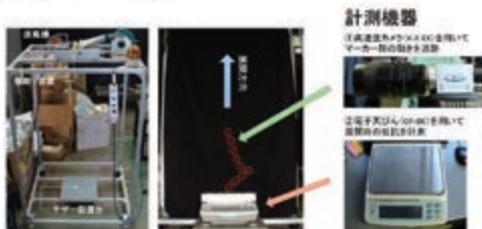


テープテザー収納ボックス

実験ではテープテザーをアクリル製のボックスに収納し展開する。左図は観測ロケットで使用された型のボックスである。今回の実験で用いるボックス(右図)は出口の開口率が可変となっている。



展開実験の構成



展開実験の条件

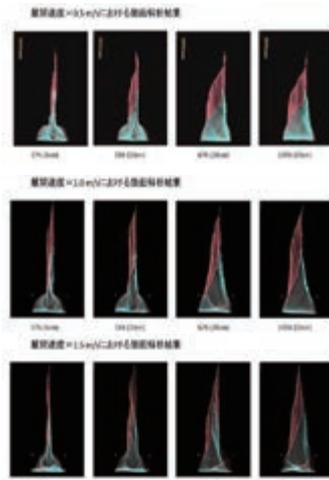
異なる条件下での展開挙動と抵抗を知りたい。

— 今回の実験条件 —

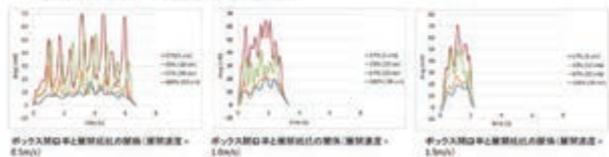
- 展開速度: 0.5, 1.0, 1.5 m/s
- ボックス開口率: 17% (5cm), 33% (10cm), 67% (20cm), 100% (30cm)

合計で12パターンの実験条件

解析結果: 展開挙動



解析結果: 展開抵抗



まとめ

過去の実験

テザー展開抵抗の見積もりを試みた。質量にも折りたたまれたテザーが開口率20%のボックスから展開される際の抵抗の平均を取り見積もられた。

今回の実験

テザー展開挙動の解析に挑んだ。ボックス出口の開口率が高い場合、展開挙動は比較的単純だが、開口率が低い場合、展開挙動はより複雑になり、展開抵抗はきわめて非線形なものとなることがわかった。展開速度が展開挙動・抵抗に与える影響も限定的であるが確認された。