

パラ系アラミド繊維テクノーラ®を用いた 火星探査車用パラシュートについて

帝人株式会社
岡村 脩平

今年、2021年2月18日（米国時間）、アメリカ航空宇宙局（NASA）の火星探査車 Perseveranceが、火星のジェゼロ・クレーター（Jezero Crater）への着陸に成功しました。このミッションの中で、時速2万kmの速度で火星の大気圏に突入後、わずか7分間で着陸するまでの、突入（Entry）、降下（Down）、着陸（Landing）のEDL段階は、最も過酷な時間でありました。

この宇宙探査ミッションを可能にしたのが、帝人のパラ系アラミド繊維「テクノーラ®」を用いた着陸用パラシュートです。今回、着陸に用いられた超音速パラシュートと、パラシュートに使用されたパラ系アラミド繊維「テクノーラ®」について概要を紹介致します。

1. 火星探査車用パラシュート

火星探査車Perseveranceは、火星で生命の痕跡を探す目的でNASAのジェット推進研究所（JPL）が開発した無人探査車で、昨年7月にアメリカ、フロリダ州のケープカナベラル空軍基地から打ち上げられ、今年2月18日に火星に着陸しました。Perseveranceは、岩石など土壌サンプルを採取し、次に打ち上げられるMSR（Mars Sample Return）計画により2031年に地球に採取サンプルを持ち帰る計画です。土壌サンプルを採取することで、惑星の気候と地質を特徴づけることが期待されます。また火星の大気から酸素の生成を試みるテストも行われており、将来の有人探査に備えた活動も期待されています。このように、



火星探査車 Perseverance（出典：NASA/JPL-Caltech）

火星探査車は科学的理解の視野を広げ、より良い未来への道を開くのに役立つと考えられております。

但し、火星探査車には厳しい使命があります。平均気温マイナス63℃で、砂嵐、大気電気など、火星の困難な表面状態を克服する必要がありますが、何よりも、まず火星の大気圏に高速で突入する際に、安全に着陸しなければなりません。着陸直前はロケットエンジンを逆噴射して減速させますが、搭載する燃料には限りがあるため、逆噴射までに超音速パラシュートで空気抵抗を生み出し、減速することが重要となります。そこで、今回用いられた直径21.5mの超音速パラシュートは、火星の大気圏突入4分後に約11kmの高度で展開されると、その後1.5分の間に時速1500kmから320kmまでの減速を可能とするものでした。

超音速パラシュートは、NASAの実験施設での評価後に、実際にロケットを打ち上げてパラシュートを地球の大気圏に突入させるASPIRE (Advanced Supersonic Parachute

Inflation Research Experiment) テストと呼ばれる落下試験を3回実施し、その性能が確認されました。今年2月のPerseveranceの着陸では、約1トンの重量の探査車を減速させる際にパラシュートが受けた重力は9Gですが、パラシュートは実際に必要な重さの3倍以上である32トンに耐え得るように設計されました。そして、この負荷に耐え得る素材として、80本のサスペンション・コード(吊り下げ用のコード)には、帝人のパラ系アラミド繊維「テクノーラ®」が用いられました。

2. パラ系アラミド繊維「テクノーラ®」

テクノーラ®は、帝人が独自に開発した、重量比で鉄の8倍の強度を持ち、また、耐熱性、耐摩耗性、耐疲労性にも優れた強靱なパラ系アラミド繊維です。アラミド繊維とは、芳香族ポリアミド系繊維の総称で、高強度、高弾性率を有するパラ系と、高耐熱性、難燃性を有するメタ系の2タイプに大別されます。

テクノーラ®は、図1に示す通り、パラ系アラミド繊維の中で一般的なトワロン®のよう



Perseverance 着陸用パラシュート (出典：NASA/JPL-Caltech)

なポリパラフェニレンテレフタラミド (PPTA) 繊維と異なり、PPTA成分に加え、第三成分として屈曲性に富むエーテル結合を含むジアミンを共重合したタイプの繊維です。この独自の共重合体構造と、この構造により可能となる独自の製造条件により、重量当たりの強度、長期の熱安定性、耐摩耗性、耐疲労性において、一般的な他のパラ系アラミド繊維よりも、さらに優れた性能を示します。

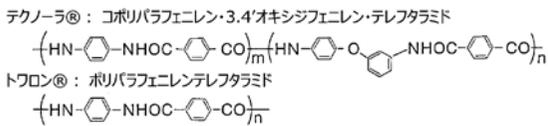


図1 アラミド繊維の分子式



テクノラ®

テクノラ®は、その優れた特性により、様々な過酷な環境に用いられています。例えば、自動車や産業機器に使用される伝動ベルトや耐熱ホースといったゴム製品の中で補強材として用いられており、高温、高負荷の環

境下において、ゴム製品の長寿命化等に貢献しています。土木分野においては、高強度、低クリープひずみのジオテキスタイルとして盛土補強や地盤補強として用いられたり、コンクリート橋脚の耐震補強に用いられています。その他にも、海底油田用掘削ホースの補強や、メタ系アラミド繊維と組み合わせて消防服にも用いられています。

このような、テクノラ®の優れた機械的および化学的性質は、要求の厳しい宇宙産業用途に最適であり、今回、NASAおよびNASAの委託を受けてパラシュートやサスペンション・コードを製造したアメリカ企業に高く評価され、無事、Perseveranceの着陸成功に貢献することができました。

3. 最後に

今回、火星探査車Perseveranceの着陸において、帝人が独自開発したテクノラ®が大きく貢献できたことは、当社にとって大変喜ばしい成果です。帝人は、社会や顧客に対する約束であるブランドステートメント "Human Chemistry, Human Solutions"のもと、今後もさらに技術革新に注力し、世界のさまざまな課題やニーズにソリューションで応える存在感のある企業となることを目指して行きます。

また、Perseveranceについて、今後予定されている全てのミッションを無事に完遂することを期待しています。