

## 自己修復材

作成者: Rapid Access International, Inc.

2022 年 10 月

近年、自己修復材の開発と使用が新たなトレンドとなっている。ミシュランやコンチネンタルなどのタイヤメーカーは、走行中に空気を漏らすことなくタイヤのパンクを修復するセルフシール技術を利用した製品を提供しており、それらはすでに多くのドライバーに恩恵をもたらしている。例えば、ミシュランの Selfseal® 技術は、タイヤ内部に恒久的に施されたシーリング材で物体を取り囲み、穴を埋めることで空気漏れを防ぎ、圧力を維持する<sup>1</sup>。

この技術には一般の人も馴染みがあるかもしれない。すでに 2019 年には、フォード・モーター・カンパニーが 2020 年モデルの SUV 「エクスプローラー」の工場出荷時装着タイヤに採用している<sup>2</sup>。確かに、この技術でさえ、補強や一時的な処置を目的としたものに過ぎない。しかし、使用者が製品を使い続けることができる状態で自己修復が行われる点で従来と異なっている。

自己修復複合材は、さまざまな用途でこれまでも長く使用されてきたが、いずれも 2 つの実用上の課題に悩まされてきた。ノースカロライナ州立大学で土木・建設・環境工学の助教授を務めるジェイソン・パトリック氏は、次のように説明している。

第一に、多くの場合は、修復のために材料を稼働中の製品から取り外す必要があります。例えば、材料によってはオープンでの加熱が必要ですが、それを大きな部品に対して行うことや、特定の部品が使用されている間に行うことはできません。第二に、自己修復が機能する期間は限られています。例えば、数回の修復が可能でも、その後の自己修復特性は大幅に低下することがあります<sup>3</sup>。

---

<sup>1</sup> ミシュラン社の Web サイト「Michelin® Selfseal® Technology」参照:

<https://www.michelinman.com/auto/why-michelin/technological-innovations/michelin-selfseal-technology> 2022 年 11 月 1 日閲覧

<sup>2</sup> Mark Phelan 「フォードが 2020 年型エクスプローラーに自己修復タイヤを採用: ドライバーの今後のトレンドを見据えて」 Detroit Free Press。2019 年 6 月 29 日。参照: <https://www.freep.com/story/money/cars/mark-phelan/2019/06/29/ford-explorer-self-sealing-tyres/1599083001/> 2022 年 11 月 1 日閲覧

<sup>3</sup> Matt Shipman 「いくつかの重要な課題を解決する新たな自己修復材」 Nextgov。2022 年 11 月 1 日。参照: <https://www.nextgov.com/ideas/2022/11/new-self-healing-material-fixes-some-key-issues/379153/> 2022 年 11 月 1 日閲覧

## 次世代の自己修復材

パトリック氏は、『ネイチャーコミュニケーションズ』に先日掲載された研究論文の共著者であり、これら2つの実用上の課題を解決し、風力タービンのブレードなど、構造用部品の寿命を大幅に延長できると同論文の中で主張している<sup>4</sup>。同氏はこの記事に関して Nextgov からインタビューを受け、適用可能な構造用部品としては他にも、航空機の翼、人工衛星、自動車部品、スポーツ用品などがあり得ると話している。

この技術の中核となっているのは、繊維強化層（炭素繊維で結合されたガラスなど）で作られた積層複合材を結合する「接着剤」である。部品の損傷は、この「接着剤」が分解して層間剥離が起こった場合に発生することが多い。パトリック氏のチームでは、熱可塑性の修復剤を強化材に3Dプリントするとともに「ヒーター」層を複合材に埋め込む手法を取っている。このヒーター層は電流を流すことで温められ、それによって修復剤が溶け、複合材の損傷を修復することができる。

同チームは、このプロセスを少なくとも100回繰り返すことができるという証拠を確認しており、それだけでも素晴らしいことである。しかし、注目すべきは、3Dプリントされた熱可塑性物質により、耐破壊性が最大500%向上することである。パトリック氏は「われわれの設計を取り入れた複合材を作る場合、費用はわずかに高額になりますが、その複合材の寿命が大幅に延びることで軽く相殺されます」と述べている<sup>5</sup>。

Nextgov の記事の筆者によると、航空機の翼の構築にこの新技術を使用する利点については、もう一つ興味深いものがある。「内部に発熱体があることで、航空会社は地上の航空機の翼から氷を除去するために化学薬品を使用する必要がなくなり、飛行中の除氷も同様に可能である」という<sup>6</sup>。

同チームの研究は、米国空軍科学研究所および国防総省戦略的環境研究開発プログラムによる支援を受けた。パトリック氏によると、同チームは現在、特定の用途への技術応用を支援する政府や産業界のパートナーを探している。

---

<sup>4</sup> Snyder, A.D., Phillips, Z.J., Turicek, J.S.ほか「熱可逆的エンタングルメントによる構造用複合材のその場自己修復の持続化」Nat Commun 13, 6511 (2022)。参照: <https://doi.org/10.1038/s41467-022-33936-z> 2022年11月1日閲覧

<sup>5</sup> Shipman (前掲)

<sup>6</sup> 同上