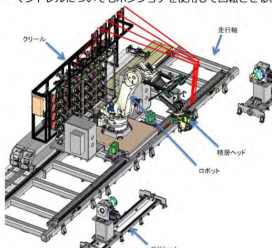

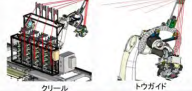



コンポジットハイウェイ・アワード2021 受賞案件概要

中堅・中小企業の炭素繊維複合材料（Carbon Fiber Reinforced Plastics：CFRP）に関する技術・製品のうち、国内外サプライチェーンの構築につながるものとして、ユーザー企業等からの評価が高い優れた技術・製品を表彰した「第5回コンポジットハイウェイ・アワード」受賞案件のご紹介

「表彰部門」

- (1) 素材部門 : 炭素繊維などの織物、シート等の中間基材やプリフォーム
- (2) 成形技術部門 : プレス、引き抜き、射出等のFRPの成形技術
- (3) 製品部門 : FRP（他材料とのハイブリッド材含む）を用いた製品
- (4) 解析・評価技術部門 : 成形、製品などの解析・評価技術
- (5) サステナブル技術部門 : FRPのリサイクル、持続可能に関する技術

成形技術部門 グランプリ	
件名	ロボットタイプの炭素繊維強化プラスチック（CFRP）曲面積層機の開発・製品化
企業名	津田駒工業株式会社（石川県金沢市）
技術・製品の概要	
国産初の小型ロボットタイプのCFRP曲面積層機（ロボットAFP）の製品化	
本積層機は、高精度アームロボットに、小型積層ヘッドを搭載することで、曲面など複雑形状のCFRP部品の自動積層を国産機として初めて実現しました。	
装置全体構成	小型積層ヘッド
<ul style="list-style-type: none"> ロボットは走行軸上に配置し、マンドレルの長手方向へ移動 マンドレルについてもポジションを使用して回転させる構成 	フィードロールやカッター、ロードセル、テンションロールなど、非常に多くの部品を組み込みながらもヘッドの小型化・軽量化を実現。複雑な形状への積層を可能とし、軽量化による軌跡精度の向上にも寄与。1本1本のトウ個別に張力フィードバック制御を行うシステムを採用しトウ張力を安定させることで、積層精度の向上と同時にトウのトラブルを防止。
	
クリアルとトウガイド	積層計画ソフト
クリアルをヘッドとは別置とし、そのクリアルから送り出されたトウを軽微上のトラブル無くヘッドまで供給させるトウガイドを独自開発。	積層計画データは、動作計画ソフトにより実際のAFPの動作に変換。
	

成形技術部門 準グランプリ	
件名	CFRPハイドロフォーミング中空成形システム
企業名	ミスノテクニクス株式会社（岐阜県養老郡）
技術・製品の概要	
中空成形品の高内圧成形方法	
概要）中空成形品の外殻形状のキャビティを備える金型＋金型内に配置されるチューブ＋加熱された流体を前記チューブ内に供給する温調循環装置を備え、過熱水蒸気を循環させる。	
構成）成形に必要な温度が得られるだけでなく、圧縮空気を供給する場合に比べてバッグ内に高い圧力（約2MPa）を付与することができる。そのため、金型の内面に高圧で押し付けることが可能となり、成形品にポイドが発生することが抑制され、強度に優れた中空成形品が得られる。	
メリット）大型複雑形状品の成形サイクルの短縮および内部品質の向上が期待できる。また、大型のプレス設備も不要となり、自動車部品（構造材）への採用の可能性が高まると考える。	
	
図1 概略図（特許出願中）	図2 CFRP曲管 X線CTによるポイド率比較
令和1、2年度ぎふ技術革新センター運営協議会共同研究助成事業 株式会社岐阜多田精機、岐阜県産業技術総合センター、岐阜大学	

サステナブル技術部門 準グランプリ	
件名	リサイクルカーボン抄造工法を用いて開発した、軽量・ノンスパーク
企業名	小嶋工業株式会社（愛知県幸田市）
技術・製品の概要	
リサイクルカーボンと熱硬化性樹脂を抄造工法により金属代替材へ “曲げ強度500MPa以上を達成”	
【抄造工法プロセス】	【抄造工法のメリット】
	<ul style="list-style-type: none"> 水の中であらゆるもの（重量、大小、長短関係など）を均一に混ぜ合わせ（分散・混合）、強く絡ませる事が出来る。日本の古くからある紙抄の技術を応用したものです。 それぞれの機能を失うことなく、特徴を最大限に発揮出来、更に機能の違う材料を組み合わせて、新たな機能材料への展開が可能となる。 製造工程でロスが発生せず（抜き残は元へ戻す）、使用した水も循環させる事で環境に優しい工法です。
抄造工法で出来た金属代替材を 軽量・ノンスパーク（防爆）ツールへ “金属工具の1/3の軽さ”	
【開発工具情報】	
<ul style="list-style-type: none"> 軽量化・・・金属製に比べて重さが1/3（工具形状比較） 500MPa以上の強度を達成 作業への負担軽減（工具ペリットが軽量、作業が楽） 使用時の安全確保（落下時の衝撃軽減） 火花が飛ばない（火花発生場所での使用が可能となる） 非磁性のため、磁気機器（磁気保守装置）での使用が可能 軽量化が伴い、化学系、食品系、医療系など多岐用途での使用が可能 従来の用途用特殊金属に比べてコストが安い 	無火花性（火花が出ない） 軽量化 金属の1/3（工具形状比較） 落下時の安全性向上 非磁性、耐腐食性に優れる
抄造工法で出来た金属代替材の波及効果 “あらゆる分野で部品の軽量化検討が可能”	
脱炭素社会への具体的な目標「2050年までに温室効果ガスの排出0」に向けて、あらゆる分野で軽量化は増々進み、炭素繊維の生産も増加すると予測され、同時に端材の発生も増加する。炭素繊維端材の有効利用と金属代替材による軽量化要求にお答えします。	

コンポジットハイウェイコンソーシアム

コンジットハイウェイ・アワード2021 最終審査対象案件

成形技術部門

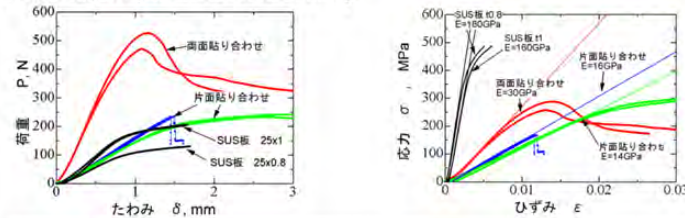
件名	【軽量素材】 Truss Structure Panel の開発	企業名	株式会社エスジック (徳島県 阿南市)
----	----------------------------------	-----	---------------------

技術・製品の概要

CFRTP製のTruss Structure Panel は、中芯材から貼合せ材まで、**全てCFRTP**で作られている。
中芯部分は**波板状に成形**しており、中芯と表面材は**熱溶着で強固に貼合せ**されている。
下記のような生産ラインとすることで、**連続的に製造可能であり大量生産**できる。



▼強度比較(SUS, Truss Structure Panel)



- > 中芯材: 不織布
- > 貼り合わせ材: クロス材
- > マトリックス樹脂: PA6



名称	寸法	I(mm ⁴)	Z(mm ³)	重量(g)	重量比	曲げ強度(N)/比
SUS板 t1	25×100×1t	2.1	4.2	20	1	210 / 1.00
SUS板 t0.8	25×100×0.8t	1.1	2.7	16	0.8	130 / 0.62
両面貼り合せCFRTP-TS	25×100×3t	29.5	18.3	6	0.3	470 / 2.20
片面貼り合せCFRTP-TS	25×100×3t	14.9	14/7.6	4	0.2	230 / 1.10

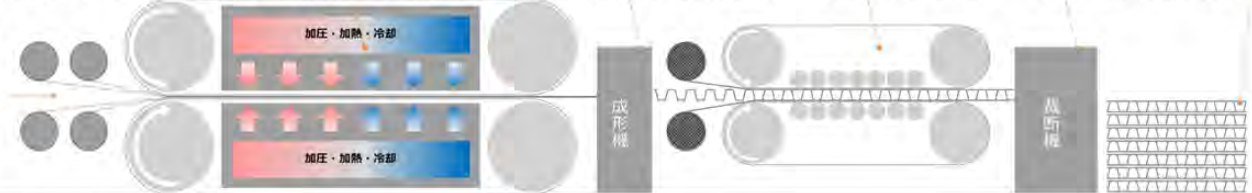
▼生産ライン

CFRTPシート製造
ダブルベルトプレスで加圧・加熱・冷却することで連続生産

成形工程
独自の成形機で中芯部分を成形

貼合せ工程
貼合せ用DBPで熱融着

裁断工程
裁断機で指定寸法にカット



成形技術部門

件名	CFRPの超精密円筒研削加工	企業名	有限会社大堀研磨工業所 (岐阜県各務原市)
----	----------------	-----	-----------------------

技術・製品の概要

CFRP精密部品の機能の提案

- ・円筒研削加工(外径)により振れを無くし真円度を高めることで高速回転が可能になります。
- ・円筒研削加工(穴径)でバリの無い、真円度の高い面粗さのきれいな穴が正確な位置に開けられます。
- ・円筒研削加工(形状)により摺動する部品や嵌め合い精度も実現できます。

CFRP外径研削

円筒度 0.005mm 真円度 0.005mm
径寸法 $\Phi 10 \pm 0.005$



1. 外形研削
 $\Phi 1\text{mm} \sim \Phi 550\text{mm}$
長さ2500mmまでの研削
が可能です

CFRP ピッチ穴研削 $\times 495\text{mm} \times Y 130\text{mm} \times T 5\text{mm}$
真円度 0.005mm ピッチ精度 $\pm 0.01\text{mm}$
径寸法 $\Phi 40, \Phi 30, \Phi 20, \Phi 10, \Phi 5\text{mm} \pm 0.005$



2. 穴径研削

ウォータージェット加工で取り代を1mm以上付けた状態から研削することでバリの無い精度の高い穴を仕上げることが出来ます。



3. 形状研削

球面研削や溝研削でベアリングや関節との嵌め合いも可能です。

コンジットハイウェイ・アワード2021 最終審査対象案件

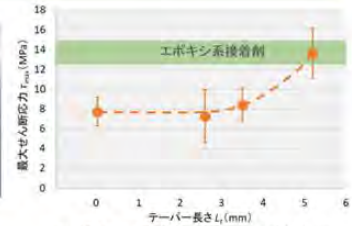
成形技術部門

件名	熱可塑性CFRPの熱特性を利用した異種接合技術の開発	企業名	太陽工業株式会社(長野県諏訪市)
----	----------------------------	-----	------------------

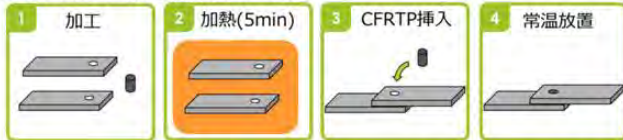
技術・製品の概要

熱可塑性CFRP(CFRTP)の加熱により、板厚方向に膨張する性質を利用した新しい接合方法を信州大学工学部 中山研究室と共同開発した。
溝形状を設けた金属片を任意の温度に加熱し、そこへCFRTPを挿入することにより、金属片から熱が伝わり、CFRTPの膨張と熔融、凝固により接合力が発生する。

CFRTP板の接合プロセス



CFRTPピンによる接合プロセス



- ◇荷重の負荷がいらす、CFRTP自体の膨張を利用する接合方法※は**世界初!**
- ◇ボルト等の代替が可能で、**軽量化・省エネルギー**でCO₂の削減につながる
- ◇表面に突出しない接合方法なので**流体抵抗を低減**、**意匠の自由度も高い**
- ◇熱を加えると軟化するため、**リサイクル性も良好**であり、**環境影響も抑制**

※)特許第6788782号
「異種材料の接合方法」

成形技術部門

件名	多品種異形パイプ半自動巻付成形機	企業名	田中技研株式会社(愛媛県西条市)
----	------------------	-----	------------------

技術・製品の概要

CFRP異形パイプ製造用の半自動シートワインディング成形装置です。

- ・各種異形状マンドレルを用いることで、三角、六角、楕円など多種多様な形状に対応
- ・マンドレルの回転に付属の加圧ローラーの動きを追従させ、密着性が向上したポイドレス成形を実現
- ・「半自動」制御であるため、ユーザーニーズに合わせた成形メソッドのカスタマイズが可能
- ・製作可能寸法は、外径φ20～φ200(丸パイプの場合)、最大長さ2.0mまで対応

多品種少ロットの繰り返し生産向け装置として**革新的かつ市場価値が高い**



コンジットハイウェイ・アワード2021 最終審査対象案件

成形技術部門 グランプリ

件名	ロボットタイプの炭素繊維強化プラスチック (CFRP) 曲面積層機の開発・製品化	企業名	津田駒工業株式会社 (石川県金沢市)
----	--	-----	--------------------

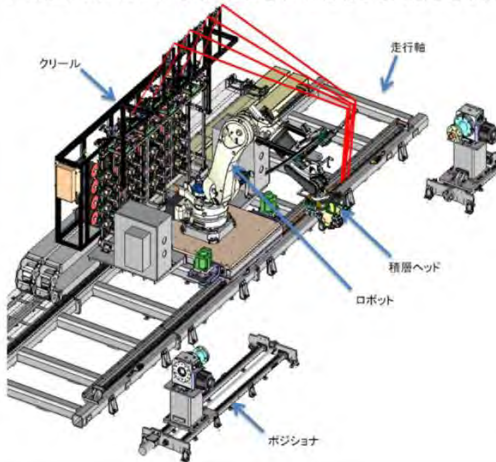
技術・製品の概要

国産初の小型ロボットタイプのCFRP曲面積層機(ロボットAFP)の製品化

本積層機は、高精度アームロボットに、小型積層ヘッドを搭載することで、曲面など複雑形状のCFRP部品の自動積層を国産機として初めて実現しました。

装置全体構成

- ・ロボットは走行軸上に配置し、マンドレルの長手方向へ移動
- ・マンドレルについてもポジショナを使用して回転させる構成



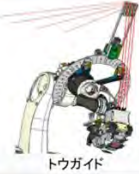
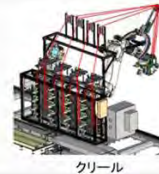
小型積層ヘッド

フィードロールやカッター、ロードセル、テンションロールなど、非常に多くの部品を組み込みながらもヘッドの小型化・軽量化を実現。複雑な形状への積層を可能とし、軽量化による軌跡精度の向上にも寄与。1本1本のトウ個別に張力フィードバック制御を行うシステムを採用しトウ張力を安定させることで、積層精度の向上と同時にトウのトラブルを防止。



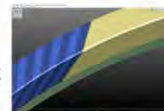
クリールとトウガイド

クリールをヘッドとは別置とし、そのクリールから送り出されたトウを経路上のトラブル無くヘッドまで供給させるトウガイドを独自開発。



積層計画ソフト

積層計画データは、動作計画ソフトにより実際のAFPの動作に変換。



成形技術部門

件名	炭素繊維複合材料を用いた射出成形による安価で軽量・高強度ボルトの製作	企業名	有限会社古田化成 (岐阜県美濃市)
----	------------------------------------	-----	-------------------

技術・製品の概要

【革新性】高強度なCFRTP製ボルトが量産化できると、従来使用されている金属製ボルトと比較して軽量化できる。また、金属製ボルトのような錆の問題が発生しないという利点もある。CFRTPを用いた開発中のボルトは、熱硬化性炭素繊維複合材料と比較し強度が劣るものの成型時に化学反応を伴わないため、生産性が高く、品質が安定しやすい。

【市場価値】2020年から2030年をめどに、世界各国が自動車に関する環境規制を打ち出しており、それに対応するために、車両の軽量化への要求がさらに高まると考えられる。また、軽量のCFRTP製ボルトは金属ボルトと比較して長距離輸送時におけるコスト減が見込める。今後開発が進み、CFRTP製ボルトを安価に生産できれば、多くのボルトが使用される自動車および航空機等の輸送用機器部品などで部品軽量化部品として採用される可能性がある。その他に、ドローンやロボットなどの成長産業においても軽量化が必要であり、CFRTP製ボルトの採用が期待できる。

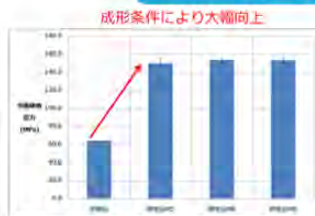
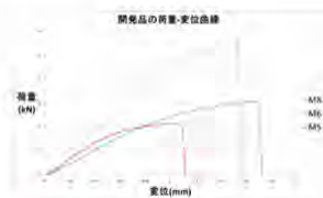
- ・PEEK樹脂を使用しているため、耐熱性 (約250℃) に優れている
- ・炭素繊維を30%コンパウンドしているため、樹脂のみの製品と比較して、強度が約50%高い
- ・導電性があるため静電気対策にも対応
- ・CFRTP製ボルトは、金属製ボルトと比較して約1/6の重量であり、非常に軽量
- ・耐腐食性および耐薬性に大変優れている

CFRTPの特徴

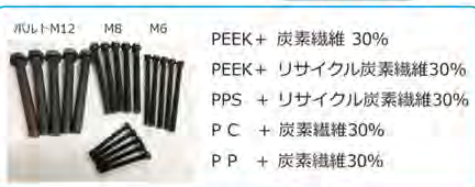
- ・寸法安定性
- ・非磁性
- ・耐腐食性
- ・導電性
- ・量産性

優れている

※射出成形なので切削などの二次工程なしで製品化が可能



※初期品はM12



コンジットハイウェイ・アワード2021 最終審査対象案件

成形技術部門

準グランプリ

件名	CFRPハイドロフォーミング中空成形システム	企業名	ミズノテクニクス株式会社 (岐阜県養老群)
----	------------------------	-----	-----------------------

技術・製品の概要

中空成形品の高内圧成形方法

概要) 中空成形品の外殻形状のキャビティを備える金型+金型内に配置されるチューブ+加熱された流体を前記チューブ内に供給する温調循環装置を備え、過熱水蒸気を循環させる。

構成) 成形に必要な温度が得られるだけでなく、圧縮空気を供給する場合に比べてバッグ内に高い圧力(約2MPa)を付与することができる。そのため、金型の内面に高圧力で押し付けることが可能となり、成形品にポイドが発生することが抑制され、強度に優れた中空成形品が得られる。

メリット) 大型複雑形状品の成形サイクルの短縮および内部品質の向上が期待できる。また、大型のプレス設備も不要となり、自動車部品(構造材)への採用の可能性が高まると考える。

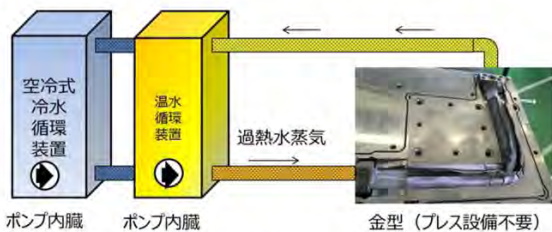


図1 概略図(特許出願中)

令和1、2年度ぎふ技術革新センター運営協議会共同研究助成事業
株式会社岐阜多田精機、岐阜県産業技術総合センター、岐阜大学

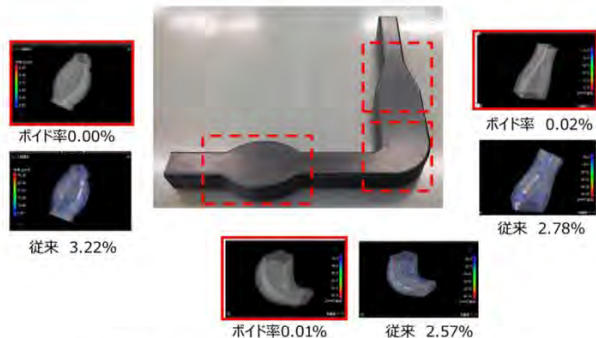


図2 CFRP曲管 X線CTによるポイド率比較

製品部門

件名	PEEK樹脂を用いたハイブリッド成形技術によるX線透過型開胸器	企業名	株式会社八木熊(福井県坂井市)
----	---------------------------------	-----	-----------------

技術・製品の概要

【開発背景】

外科手術時にX線画像を平行し使用するハイブリッド手術で、従来の術具は金属製で患部が見えない場合が多い。開胸する大きな力に対応出来き、X線透過型の開胸器のニーズが広まる。

【技術の革新性】

耐滅菌性、剛性に優れたPEEK樹脂に加え当件の炭素繊維(CFRTP)を同時成形することで金属同等の強度を得ることができ、X線透過型開胸器が開発される。

また、この技術を応用し、外観性に優れ、高剛性の他の樹脂での量産技術も確立し、製品化も検討されてる。

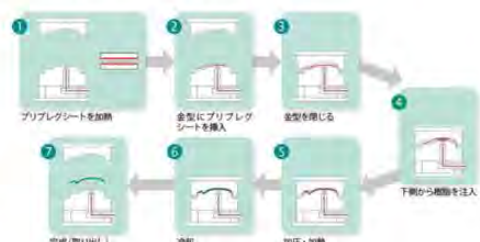
写真X線透過型開胸器



写真:八木熊内の100t縦型ハイブリッド成形システム



図:ハイブリッド成形フロー



コンポジットハイウェイ・アワード2021 最終審査対象案件

サステナブル技術部門

件名	【省エネ】液圧式ダブルベルトプレス装置	企業名	株式会社エスジック（徳島県 阿南市）
----	---------------------	-----	--------------------

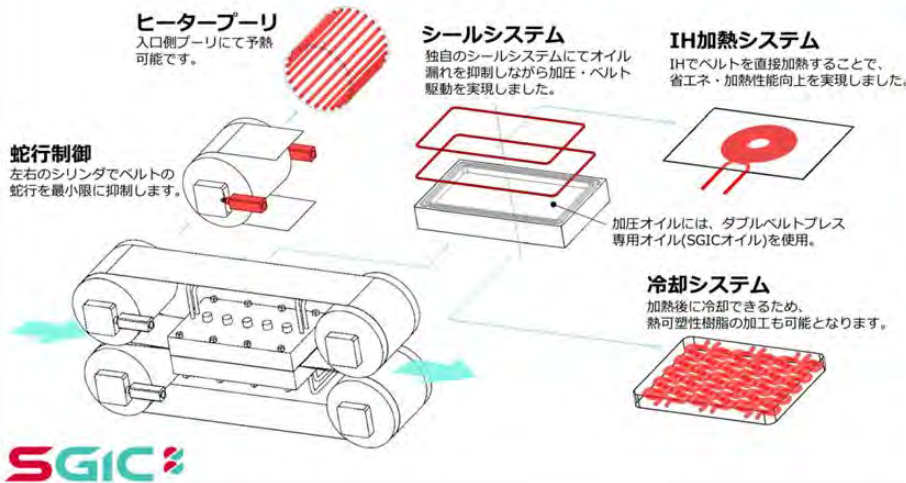
技術・製品の概要

様々な産業分野において、部品の薄肉化・軽量化および省エネ生産の要求が日々増加している。このため、スーパーエンブラやCFRPの加工が出来る装置として、連続的に面圧を付与できるプレス機の開発に着手し、省エネで連続生産できる装置を開発した。

- ・IHによるベルトの直接加熱
- ・冷却オイルによるベルトの直接冷却
- ・オイル温度制御で熱効率の最適化



省エネを追求した設計により
従来方式の1/2以下の電力で生産可能。



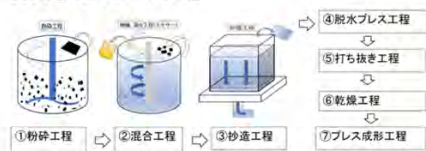
サステナブル技術部門 準グランプリ

件名	リサイクルカーボンと熱硬化性樹脂を抄造工法を用いて開発した、軽量・ノンスパークツール	企業名	小嶋工業株式会社（愛知県幸田市）
----	--	-----	------------------

技術・製品の概要

リサイクルカーボンと熱硬化性樹脂を抄造工法により金属代替材へ “**曲げ強度500MPa以上を達成**”

【抄造工法プロセス】



【抄造工法のメリット】

- ・水の中であらゆるもの(重量、大小、長短関係なく)を均一に混ぜ合わせ(分散・混合)、強く絡ませる事が出来る。日本の古からある紙抄の技術を応用したものです。
- ・それぞれの機能を失うことなく、特徴を最大限に発揮出来、更に機能の違う材料と組み合わせで、新たな機能材料への展開が可能となる。
- ・製造工程でロスが発生せず(抜き残は元へ戻す)、使用した水も循環させる事で環境に優しい工法です。

抄造工法で出来た金属代替材を **軽量・ノンスパーク(防爆)ツール**へ “**金属工具の1/3の軽さ**”

【開発工具情報】



- <特徴> ・軽量化...金属製に比べて重さが1/3(工具形状比較)
・50N・m迄のトルク加重が可能
- <メリット> ・作業者への負担軽減(工具ベルトが軽量、作業が楽)
・高所作業時の安全性向上(落下時の衝撃軽減)
・火花が出ません(火気厳禁場所での使用が可能となる)
・非磁性の為、医療機関(MRI保守管理)での使用可能
・耐腐食性が有り、化学品、食品、医療品製造現場での使用が可能
・従来の防爆用特殊金属に比べてコストが安い

無発火性
(火花が出ない)



金属工具 火花発生

軽量化 金属の1/3
(工具形状比較)



負担軽減

落下時の安全性向上



落下危険小

非磁性、耐腐食性に優れる



磁石影響無し

抄造工法で出来た金属代替材の波及効果 “**あらゆる分野で部品の軽量化検討が可能**”

脱炭素社会への具体的目標「2050年までに温室効果ガスの排出0」に向けて、あらゆる分野で軽量化は増々進み、炭素繊維の生産も増加すると予測され、同時に端材の発生も増加する。炭素繊維端材の有効利用と金属代替材による軽量化要求にお答えします。

コンポジットハイウェイ・アワード2021 最終審査対象案件

サステナブル技術部門

件名	溶媒法を用いた炭素繊維再生技術および再生炭素繊維の特性を生かした成形手法の開発について	企業名	株式会社ミライ化成(長野県千曲市)
----	---	-----	-------------------

技術・製品の概要

- 溶媒法をベースとした独自技術で炭素繊維をCFRP端材や廃材から再生・回収する技術を確立
2021年4月に青森県三沢市に研究開発生産拠点である「三沢LAB」を開設し、パイロット工場として2t/月前後の再生炭素繊維が生産できるよう、設備導入を進めている。
<特長> ①溶媒法をベースにしており、残存レジン・表面特性をある程度コントロール可能
②クロス材、長繊維は元の繊維長と形状を保持したまま回収が可能
- 10mm強～150mm程度の再生炭素繊維を混合させた炭素繊維100%不織布作成に成功
断熱、電磁波遮蔽性などの機能検証を進めるとともに、樹脂繊維混紡不織布の成型板試作も実施
- 不連続繊維の特長を生かした成形を目的とした再生炭素繊維100%紡績糸の開発に着手
再生炭素繊維100%の紡績糸製造試験装置を2021年12月末に導入準備を進めている。
デモ運転で毛羽立ちはあるが、連続的な紡績糸化ができることが確認された。
条件最適化により、太さ数mm前後の紡績糸化を見込んでいる。



【写真1】rCF100%の不織布



【写真2】ナイロン/rCF混紡不織布



【写真3】樹脂混紡不織布プレス成型板



【写真4】再生炭素繊維100%紡績糸