

コンポジットハイウェイコンソーシアム



コンポジットハイウェイ・アワード2020 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4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CFRPの成形技術
- (3) 製品・評価技術部門 : CFRP（他材料とのハイブリッド材含む）を用いた製品、及びその評価技術
- (4) リサイクル部門 : CFRPのリサイクル技術及び材料を用いた中間基材や成形品



素材部門

件名 炭素繊維織物へのCNT膜「ナノ」によるCFRPの力学特性の向上
企業名 ニツタ株式会社（岐阜県大和郡山形町）

技術・製品の概要

■炭素繊維（CF）束を構成する数万本の繊維束を、CNT膜（膜厚は0.1μm以下で均一制御）を形成した新材料によって、CNT微量添加によるCFRPの物性強化を可能とした。
※ CNT膜にCNTを付着させる技術を「Nanid™（ナニッド）」と呼び、ニツタが登録商標を取得済

■CFRPを構成するCF束間の界面にCNT膜が「高濃度」にCNTが添加された期間として存在
■CF束間のCF束束間に対するCNTによる付着と接着強度の向上を可能にした
■CFRPの「ひずみ歪率」の低減や、「耐熱性」、「耐衝撃性」などの物性が向上
■Nanid™は航空・宇宙や工業分野のアプリケーションと共同開発を行うことで、現在も技術改良を継続中

素材部門グランプリ
ニツタ株式会社



製品・評価技術部門

件名 炭素繊維ワイヤー線芯による軽量・高強度・フレキシブルな電源ケーブル
企業名 カジレーネ株式会社（石川県かほく市）
株式会社三ツ星（大阪府大阪市）

技術・製品の概要

炭素繊維ワイヤー **引張強度 : SUSの約5倍・炭素繊維原糸の1.25倍**
屈曲疲労特性 : 同サイズの鋼線対比300倍超を達成!!

【技術背景と革新性】
ワイヤーケーブル（通称：電源ケーブル）は導体の断線保護の観点から線芯を中に挿入することがあるが、一般的な線芯に使用する鋼線は重く、かつ柔軟性に欠け、フレキシブルな導体は高コストである。
⇒フレキシブルな機械特性に優れた、ターゲットサイズでは安価な炭素繊維をフレキシブルワイヤー化できないか？
炭素繊維線芯×被覆糸×エラストマー含浸によって**高強度かつフレキシブルな炭素繊維ワイヤーを開発**

【新たな市場への創出】
炭素繊維ワイヤーと特殊塗料を組み合わせて独自の技術で複合化
⇒軽さ・高強度・フレキシブル性・耐腐食性・止水性の特長を併せ持つ電源ケーブルを実現!!!
止水性：**2気圧**の耐水試験をクリア、屈曲疲労強度、鋼線の線芯対比で**8倍**に増加!

製品・評価技術部門グランプリ
カジレーネ株式会社・株式会社三ツ星



製品・評価技術部門

件名 世界から立ち作業のつらさをなくす、労働負担軽減アシストスーツ「アルクリスFX」
企業名 サンコナ小田株式会社（石川県小松市）
アルクリス株式会社（神奈川県横浜市）
高松市立産業振興局（高松市立）

技術・製品の概要

現在アシストスーツ市場は働き方改革の一環で、少子高齢化・女性の働きやすい社会の実現のため、労働負担軽減が求められる成長市場である。「アルクリスFX」は、スネと手首で体重を支える構造で体幹を安定させ、骨格をよい姿勢に維持し、長時間の立ち作業での疲れを軽減し、腰痛予防にもなる画期的なアシストスーツである。アシストスーツの普及には軽量化と生産性が必須となる。従来の金属材料では重く、剛硬化性CFRPでは軽量化は出来るが、生産性に課題があった。そこで体重を支えるスネ、モモ部品に熱可塑性CFRP（Flexcarbon）を活用し、生産性と軽量化を同時実現した。プレス成形により、量産が出来るだけでなく、軽薄UDテープを積層接着でプリフォーム製造する事により、材料ロスが無く、品質のばらつきが少ない成形品が量産が可能になった。今後、作業現場での立ち作業の負担を軽減するアシストスーツ「アルクリスFX」で、職場環境改善に貢献できることを目指す。

製品・評価技術部門グランプリ
サンコナ小田株式会社・アルクリス株式会社・大和ハウス工業株式会社



素材部門

件名 3Dプリンターで造る立体成型用硬質炭素繊維「コアフレック」超厚シート
企業名 米島フエルト産業株式会社（大阪府大阪市）

技術・製品の概要

■「コアフレック」とは？
3Dプリンターで造る立体成型用硬質炭素繊維「コアフレック」は、超厚シートとして、超硬・超弾性・超熱安定性を兼ね備えたCFRP材料を開発しました。従来のCFRPは超厚シートが造れないため、超厚シートはCFRP材料の限界とされてきました。コアフレックは超厚シートとして造ることができ、超厚シートはCFRP材料の限界を突破しました。

【技術背景】
超厚シートはCFRP材料の限界とされてきました。超厚シートはCFRP材料の限界を突破しました。

素材部門準グランプリ
米島フエルト産業株式会社



成形技術部門

件名 Carbon-LFD 4次元射出成形 HR4-10SPの開発
企業名 株式会社 深木精工（大阪府大阪市）

技術・製品の概要

Carbon-LFD試作用デモ機として開発しました。
製品開発、量産と生産設備に貢献します。
(HP-RTMの対応も可能です)

【コンセプト】
4次元射出成形
① 4次元射出成形
② 射出成形への進化
③ 高速射出成形
④ 成形品安定
⑤ 生産性向上
⑥ 高圧射出成形
⑦ 流動性の向上
⑧ 製品精度確保
⑨ 加工コスト削減

成形技術部門準グランプリ
株式会社 深木精工

素材部門 グランプリ



件名	炭素繊維表面へのCNT膜コーティングによるCFRPの力学的物性の向上	企業名	ニッタ株式会社(奈良県大和郡山市)
----	------------------------------------	-----	-------------------

技術・製品の概要

■炭素繊維(CF)束を構成する数万本の繊維表面へ、CNT膜(膜厚は0.1 μ m以下で均一制御)を形成した新材料によって、CNT微量添加によるCFRPの物性強化を可能とした。

※ CF表面にCNTを付着させる技術を「Namd™(エヌアムド)」と呼び、ニッタが登録商標を取得済

- CFRPを構成するCF-樹脂の界面にCNT膜が「高濃度にCNTが添加された樹脂層」として存在
- CF表面近傍のマトリクス樹脂に対するCNT膜による補強と接着強度の向上を可能とした
- CFRPの「ひずみ速度依存」の低減や、「振動減衰」、「層間剥離」、「衝撃耐性」などの物性が向上
- Namd™は航空・宇宙や工業分野のアプリメーターと共同開発を行うことで、現在も技術改良を継続中

CF糸巻き

繊維

Namd™糸の電子顕微鏡像

ひずみ速度依存 → 体感を要する分野で重要

高速変形時におけるCFRP弾性率変化を抑制。

振動減衰 → 産業・航空分野から期待

通常CFRPに比べ、10%以上早く振動が収まる。

層間剥離強度 (Gic, GIIC) → CFRPの弱点克服

通常CFRPよりも約30%剥離強度が向上する。

落錘衝撃耐性 → 産業・航空分野から期待

通常CFRPよりも、衝撃による内部損傷軽減。

素材部門 準グランプリ



件名	ミルフィーユコンポジット立体成型用硬質発泡体“コアフレイク”転写シート	企業名	米島フェルト産業株式会社(大阪府大阪市)
----	-------------------------------------	-----	----------------------

技術・製品の概要

■ コアフレイクとは？

- ・独自のスライス加工技術により高精度スライスした硬質発泡体を平面方向に独立した島状にカットし、片面粘着フィルム上に配列、転写シート化
- ・転写シート材は、作業性の良い柔軟性と粘着性をもつフィルムを基材としており、型に貼り込まれたカーボンプリプレグへの転写作業性が良好
- ・従来ミルフィーユ(サンドイッチ)構造が困難であった球面体や複雑な立体形状に対して、芯材としての硬質発泡体の積層を容易に実現化

【従来技術/コアスライスシート】

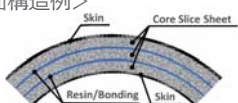


コアスライスシート(硬質発泡体)



コアスライスシート(硬質発泡体)

<断面構造例>



硬質発泡体コア材を厚み方向に分割することで一方向の曲げや単純な立体形状に対応

<CFRP熱硬化プリプレグとの組合せによる成形加工例>



【新技術/コアフレイク】



コアフレイク転写シート

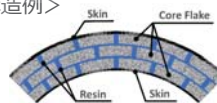


コアフレイク拡大



半球体への貼り合わせ例

<断面構造例>



- ・平面方向に島状に分割することで硬質発泡体を複雑な立体形状のコア材として積層可能に
- ・隙間に樹脂を流し込むことでコア材を樹脂のウェブによる補強構造化、シート状コア材と比較し曲げ強度、弾性率共に向上

<2輪レース車カウル開発例>



軽いドライカーボンCFRPカウルをさらに-30~40%の軽量化かつ曲げ剛性2.5倍を実現

これまでにない全く新たな構造材であり、究極の軽量化技術です

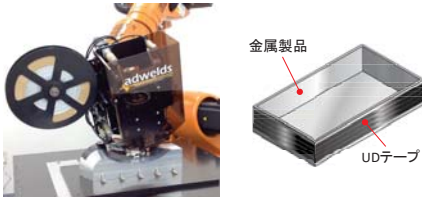
成形技術部門

件名	超音波テープレイアップ技術によるマルチマテリアル構造の形成	企業名	株式会社アドウェルズ(福岡県那珂川市)
----	-------------------------------	-----	---------------------

技術・製品の概要

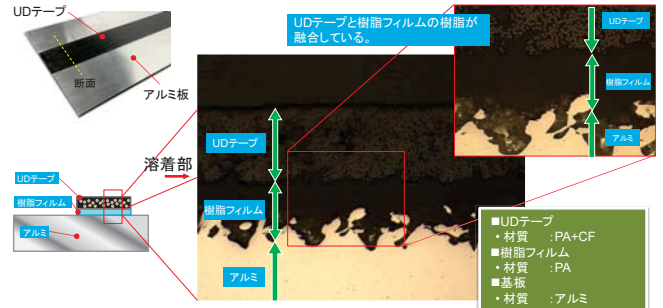
自動車などの軽量化のため金属材料の薄肉化で低下した強度を比強度が大きいCFRTPのUDテープを金属材料に部分的に貼り付け、強度アップする方法が検討されている。
従来技術では、困難な部分的UDテープ貼付けを超音波テープレイアップ技術によって実現した。

●本技術の装置とアプリケーション (金属への部分的UDテープ貼付け)

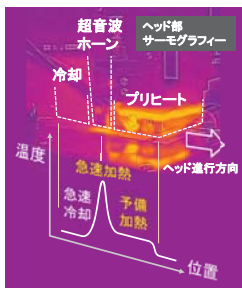


アルミ上ヘレイアップ

金属表面をレーザーで特殊形状加工し、テープレイアップ。ポイドなく良好に溶着できている。

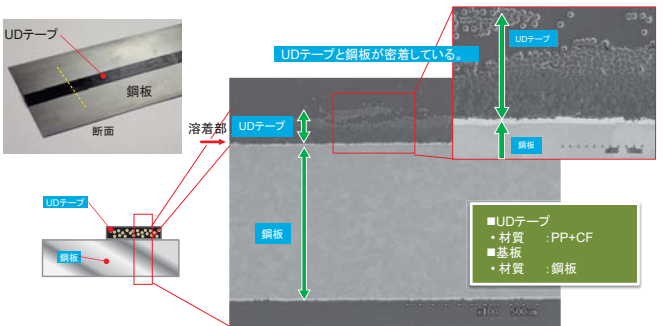


●本技術の具術的優位性 (急速加熱、急速冷却が可能)



鋼板上ヘレイアップ

金属と化学結合する樹脂のUDテープをレイアップ。ポイドなく良好に溶着できている。



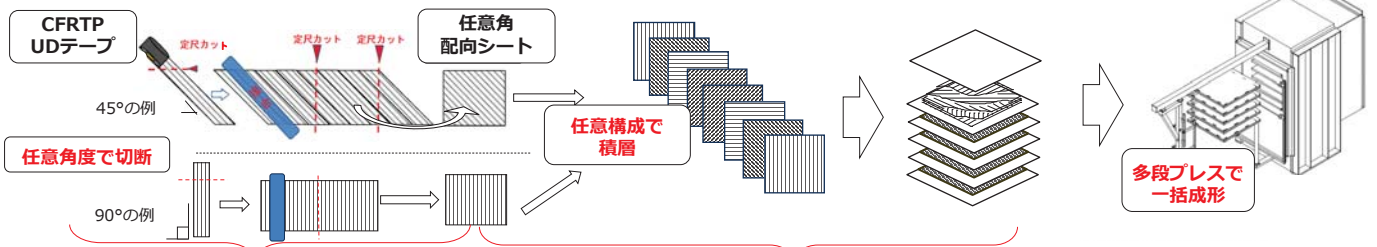
成形技術部門

件名	CFRTP-UDテープ自動積層装置の開発	企業名	北川精機株式会社(広島県府中市)
----	----------------------	-----	------------------

技術・製品の概要

熱可塑性CFRTPのUDテープを自在な構成で積層できる自動積層装置、装置は2台(部)構成
【切断接合部】：UDテープから任意角度の繊維配向を持つ「任意角配向シート」を作製
【積層部】：作製された「任意角配向シート」を任意の構成で積層

→自由度の高い積層構成を実現し、繊維配向を考慮したCFRTP製品開発を強力サポート



【切断接合部】



- ・ 接合シートサイズ：□800mm～1,200mm
- ・ 適合材料：C (G) FRTP-UDテープ
幅：150mm～320mm (6インチ～12インチ)
厚さ：約0.1mm～0.3mm
- ・ 切断角度設定：45～90° (任意に設定可)
- ・ 接合温度：MAX400℃

【積層部】



- ・ 適合シートサイズ：□800mm～1,200mm
※「任意角配向シート」の他、クロスや不織布樹脂シート等、様々な素材にも対応
- ・ シート材料ストック：4ヶ所 (増設可)
- ・ シートハンドリング：吸着パッド (変更可)
- ・ 積層仮固定：超音波溶着4点 (変更可)
- ・ プレスプレート供給機能付き





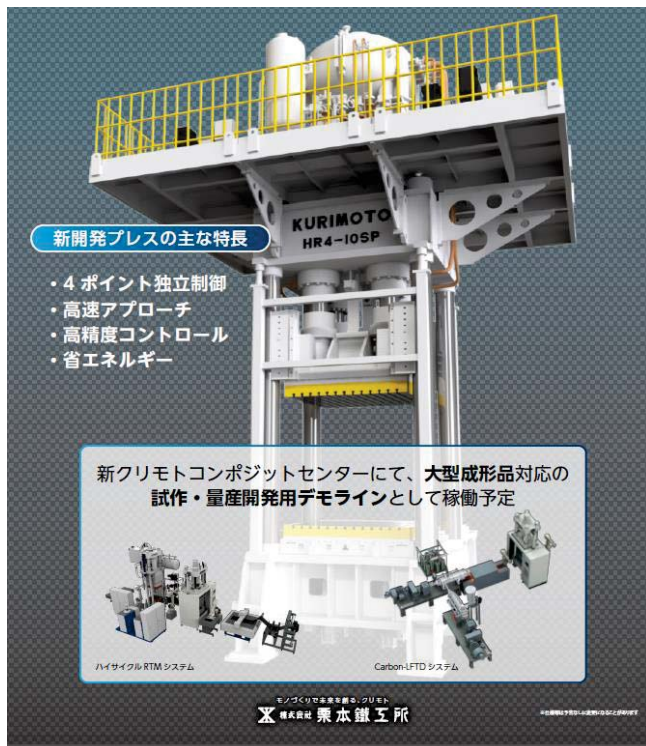
件名	Carbon-LFTD 4ポイント成形機 HR4-10SPの開発	企業名	株式会社 栗本鐵工所(大阪府大阪市)
----	-------------------------------------	-----	--------------------

技術・製品の概要

Carbon-LFTD試作用デモ機として開発しました。
製品開発、量産と生産設備に貢献します。
(HP-RTMの対応も可能です)

コンセプト

- 4ポイント独立サーボ制御
偏心荷重に対応
複雑断面製品への適応
- 高速アプローチ
成形品質安定
生産性向上
- 高精度コントロール
流動特性の向上
製品精度確保
- 省エネルギー
日本鍛圧機械工業会 MFエコマシン認定
認証番号MF-P025
成形コスト低減



特願2018-3525 等



件名	炭素繊維ワイヤー線芯による軽量・ 高強カ・フレキシブルな電源ケーブル	企業名	カジレーネ株式会社(石川県かほく市) 株式会社三ツ星 (大阪府大阪市)
----	---------------------------------------	-----	--

技術・製品の概要

炭素繊維ワイヤー **引張強度 : SUSの約5倍・炭素繊維原糸の1.25倍**
屈曲疲労特性 : 同サイズの鋼線対比300倍超 を達成!!

【技術背景と革新性】

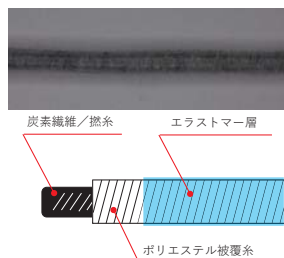
キャブタイヤケーブル（通称：電源ケーブル）は導体の断線保護の観点から線芯を中央に挿入することがあるが、一般的な線芯に使用する鋼線は重く、かつ柔軟性に欠け、アラミド繊維は弾性率が低く、高コストである。
⇒アラミド繊維より機械特性に優れ、ターゲットサイズでは安価な炭素繊維をフレキシブルワイヤー化できないか？

炭素繊維撚糸×被覆糸×エラストマー含浸によって**高強カかつフレキシブルな炭素繊維ワイヤーを開発**

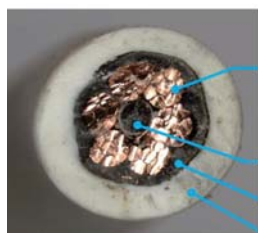
【新たな市場の創出】

炭素繊維ワイヤーと特殊導体を組み合わせて独自の技術で複合化
⇒**軽さ・高強度・フレキシブル性・耐腐食性・止水性の特長を併せ持つ電源ケーブルを実現!!**

止水性：**2気圧**の耐水試験をクリア、屈曲疲労強度：鋼線の線芯製対比で**8倍**に増加！



導体と複合化



軽さ・高強度・フレキシブル性・耐腐食性・止水性の特長を併せ持つ電源ケーブル
(左図：断面&構造、右図：外観)

炭素繊維ワイヤー外観&模式図



件名	世界から立ち作業のつらさをなくす、 労働負荷軽減アシストスーツ「アルケリスFX」	企業名	サンコロナ小田株式会社(石川県小松市) アルケリス株式会社(神奈川県横浜市) 大和ハウス工業株式会社(大阪府大阪市)
----	---	-----	--

技術・製品の概要

現在アシストスーツ市場は働き方改革の一環で、少子高齢化・女性の働きやすい社会の実現の為、労働負荷軽減が強く求められる成長市場である。「アルケリスFX」は、スネとモモで体重を支える構造で体幹を安定させ、骨盤をよい姿勢に維持し、長時間の立ち作業での疲れを軽減し、腰痛予防にもなる画期的なアシストスーツである。アシストスーツの普及には軽量化と量産化が必須となる。従来の金属材料では重く、熱硬化性CFRPでは軽量化は出来るが、生産性に課題があった。そこで体重を支えるスネ、モモ部品に熱可塑性CFRP「Flexcarbon」を活用し、量産性と軽量化を同時実現した。プレス機成形により、量産が出来るだけでなく、極薄UDテープ片を積層装置でプリフォーム製造する事により、材料ロスが無く、品質のばらつきが少ない成形品が製造が可能になった。今後、作業現場での立ち作業の負担を軽減するアシストスーツ「アルケリスFX」で、職場環境改善に支援できることを目指す。

スネとモモパーツに Flexcarbon を使用

archelis FX x Flexcarbon

構造解析 → Flexcarbon 成形品

フレックスカーボン製軽量化モデル

SUNCORONA ODA X archelis X Daiwa House (3社共同開発商品)

3 すべての人に健康と福祉を

5 ジェンダー平等を実現しよう

8 働きがいも経済成長も

9 産業と技術革新の基盤をつくろう

リサイクル部門

件名	新しいrCF量産設備の開発と2次加工品の商品化、上市 (炭素繊維のサーキュラーエコノミーへの挑戦)	企業名	富士加飾株式会社(兵庫県小野市)
----	--	-----	------------------

技術・製品の概要

- CFRPからrCFを直熱式で乾留抽出する新しい概念を確立し、量産設備を完成した。
 燃焼ガスを直接反応室に導入し、発生した約500°Cの乾留ガスを、耐熱ブローで循環、再燃焼させ、拡散律速の熱分解反応でデシリミネーションを進める。マトリクス由来のアモルファスカーボンを最適量(2~4%)までプログラム制御で酸化除去する。
- 25mmのrCFを改良型サイドフィーダーから2軸押し出し機に供給、rCF強化コンパウンドにおいて新品繊維と同等の性能の量産品質を達成。
 アモルファスカーボンによる繊維束は、安定した繊維供給を可能にし、サイドフィード通過後は解繊に寄与し、混練助剤として繊維の均一分散を促進する
- レシピ開発が終了し、有償サンプル出荷中。2021年より量産を開始する。新品CFの切断品をrCFに置き換え、CO2オフセットに多面的に、大きく貢献する。



写真1 rCFの乾留設備(30 t/月)



写真2 2軸押し出し設備(100 t/月)