

1. 風力発電機解体事業の現状：阪和興業株式会社

阪和興業株式会社 製鋼原料部長 八木和芳

- (1) 風力発電機解体撤去フロー
- (2) 風車ブレード裁断（切断）
- (3) 風車ブレード積込・搬出
- (4) 風車解体工事の課題とブレードリサイクル化への提言

2. FRPを原料とする風車ブレードリサイクル実証事業：宏幸株式会社

宏幸株式会社 代表取締役 高谷宗良

- (1) 風車ブレードリサイクル実証事業概要
- (2) 解体現場→工場運搬の課題と解決策
- (3) FRPリサイクルプロセスの課題と進捗
- (4) 再生合成樹脂建材の社会実装課題と進捗
- (5) エネルギーと設備を共に再生可能とするために

1-(1)風力発電機撤去フロー：①～④工程

10～12日 サイクル

阪和興業(株)

① 整地・鉄板敷設

② メインクレーン組立

③ ローター下架

④ ナセル下架

⑤ タワートップ下架

⑥ タワーミドル下架

⑦ タワーボトム下架

⑧ ブレード・タワー裁断

⑨ 産廃(ブレード)搬出

⑩ スクラップ搬出

①



《整地・鉄板敷設》

重機般入の為、進入路を確保。

②



《メインクレーン組立》

550tクレーンを80tクレーンで組立。

③



《ローター下架》

治具スリングを使用し下架、サブクレーンにて6時方向のブレードを支持し横倒しの状態にして下架します。

④



《ナセル下架》

ナセル内部から玉掛けしたうえで、接続ナットを取り外し下架させます。

1-(1)風力発電機撤去フロー：⑤～⑩工程

阪和興業(株)



⑤
《タワートップ下架》
フランジ部の接続ボルト及び
ナットを外し下架します。



⑥
《タワーミドル・ボトム下架》
タワー下部を相番クレーンにて支持
し横倒しの状態にして下架します。



⑧
《ブレード裁断》
重機のカッターを使用しブレードを
トラックスケールに裁断します。



⑨
《産廃(ブレード)搬出》
重機を使用し車両へ積込、搬出し
ます。(搬出計画によるサイズ・重量)



⑦
《タワー裁断》
サイズ・重量を搬出可能な物に
する為ガス溶断します。



⑩
《スクラップ搬出》
重機を使用し車両へ積込。

1-(2a)風車ブレード裁断 (産廃業者のサイズ制限なし時)

阪和興業(株)

風力発電 ブレード裁断作業 (2022年 弊社解体案件)

下架後、鉄骨カッターで切断 (切断サイズは約6m) 産廃車に入る最大サイズ。
飛散対策として散水処理を行いなからの作業となる。

油圧式鉄骨カッター



風力発電 ブレード積込作業 (2022年 弊社解体案件)

鉄骨カッターを使い産廃車に入る最大のサイズで積込を行う。

積載効率は悪いが、工程は短縮できるメリットあり。



1-(3a)風車ブレード搬出作業 (産廃業者のサイズ制限なし時)

阪和興業(株)

風力発電 ブレード搬出作業 (2022年 弊社解体案件)

端材も広い上げて飛散防止ネットを張り搬出する。 (切断～搬出迄 1日) ブレード3枚



1-(2b)風車ブレード切断作業

(産廃業者のサイズ制限あり時)

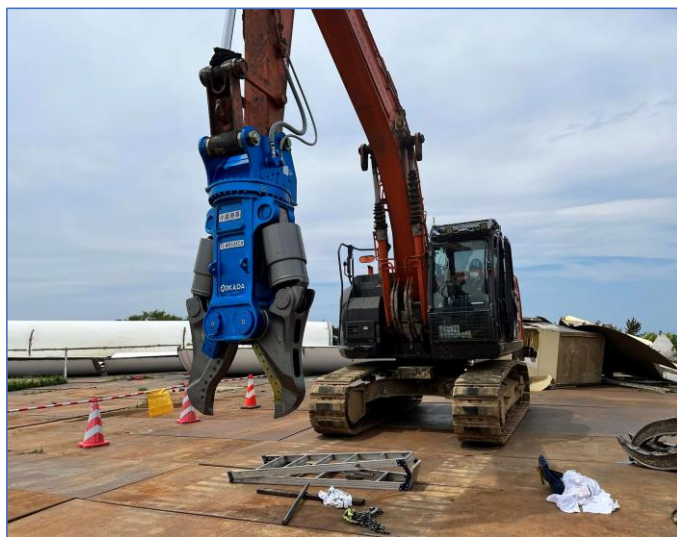
阪和興業(株)

風力発電 ブレード切断作業

(2022年 他社解体案件)

下架後、クロスカッターで切断 産廃サイズ制限あり。(1m程度)
飛散対策として散水処理を行いなからの作業となる。

油圧式クロスカッター



1-(3b)風車ブレード積込作業

(産廃業者のサイズ制限あり時)

阪和興業(株)

風力発電 ブレード積込作業

(2022年 他社解体案件)

Zフォーク (解体ハサミ)

クロスカッター以外に挟むアタッチメントが必要。 (切断～搬出迄 2日) ブレード3枚



風車解体工事の課題とブレードリサイクル化への提言：阪和興業(株)

[風車解体工事の現状と課題]

- 現状の風車解体工事に於いて最も重要なのは環境問題よりも解体コストです。
- ブレードを資源化する技術を確立すると同時に、事業主側の意識を変える取り組みが必要。
- ブレードは産廃処分されており、全ての解体現場で「工期短縮」できる工法が採用されます。
- 1日工期が増えれば、大型クレーンなどの損料や管理コストなど膨大な費用となります。
- 解体現場で破碎したブレードを、如何に早く搬出するかがポイントになります。
- 搬出できる最大のサイズで積込を行います。積載効率はかなり悪く引取り回数も増えCO2も排出します。
- 積載効率を上げる為に「より小さいく破碎」する方法も検討しますが、工程面でデメリットとなり採用されません。

[風車ブレードのリサイクルを実現する為の提言]

- 風車解体工事の流れは、発電事業主→ゼネコン→解体業者→産廃業者(リサイクル業者)となります。
- リサイクル業者や解体業者がゼネコンに営業しても「コストダウン」にならない提案は採用されません。
- 事業主がリサイクルに対する取り組みを強化すれば、解体の見積段階からリサイクル前提の見積条件が提示されます。
- 事業主側の意識を変える為には、ブレードのリサイクル率の実績値を公表するなど、何らかの仕組み作りが必要と感ずります。
- 昨今環境問題を重視する株主も多く、対外的なりサイクル率の公表は事業主側も意識し取り組むと思われます。
- 廃棄ブレードは安価な資源価値しかなく、運搬費を負担すると赤字商売や実質逆有償となるケースあり。解決策が必要です。



令和4年度二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金 脱炭素社会を支えるプラスチック等資源循環システム構築実証事業

事業名：FRP（繊維強化樹脂）を原料とする風車ブレードリサイクル実証事業

企業名：宏幸株式会社

実施年度：令和4～5年度(複数年事業)

2-(1)風車ブレードリサイクル実証事業概要

FRP（繊維強化樹脂）を原料とする風車ブレードリサイクル実証事業 宏幸株式会社

風力発電所の解体風車ブレード（FRP）の粉末化およびPVCとの合成建材再生成形によるFRP複合プラスチックのリサイクルプロセス構築および脱炭素化実現

事業者紹介

法人・団体名 : 宏幸株式会社
本社所在地 : 神奈川県横浜市
ウェブサイト : <http://hirokou-group.com/trade/index.html>
業種 : 金属材料等卸売業
法人の主な活動 : 合金、金属原材料貿易業、電子機器金属リサイクル業、廃プラスチックリサイクル業、機器貿易業

事業概要

【背景・目的】

再生可能エネルギーとして期待された風力発電所は、1990年代以降建設され続け、2017年には累計2,300基となりました。一方、20年の寿命を迎えた風力発電機の解体撤去数は、累計で150基ですが、2023年には40基、その後年に100基程度に増加する見込みです。従来、解体風車ブレードは産廃として焼却埋立されていましたが、1基あたりの風車ブレード重量は約15トンであることから、将来的には年間1,500トン程度が廃棄されることになります。このため、風力発電所解体事業者と連携して、廃棄FRPブレードをリサイクルする方策の検討を開始しました。

本実証事業では、増加する風力発電所の解体風車ブレード（FRP）を、日本で初めてリサイクルし、合成樹脂建材（壁材・屋根材）に製品化することで、FRP複合プラスチックのリサイクルプロセスの構築、脱炭素化を目指します。

【実施概要】

本事業では、R4年～R5年の2ヶ年で以下の実証を行います。

実証項目	実証内容
風車ブレードを運搬するための切断テストの実施	風車ブレードをリサイクルするためには、工場まで運搬可能なサイズに現場で切断する必要がある。このため特注切断機を開発導入し、15m/5ton/本を1m角未満に切断することにより、重量物の点在遠隔地から当社神奈川工場への経済的な運搬を実証する。
風車ブレードの粉末化・合成樹脂混練成形テストの実施	風車ブレードを3段階で20μmのFRPパウダーに粉碎し、廃電線被覆を粉碎したPVCパウダーと混練・成型することで、木材プラスチック再生複合材（WPRC）を製造し、合成樹脂建材にリサイクル可能であることを確認する。

リサイクルが困難なFRPは、パウダーにしてWPRCにすること、合成樹脂建材の複合ブレンド相手であるPVC原料は、風力発電機で発生する廃電線をリサイクルして得ますが、不足分を一般廃電線再生材から補充します。最適複合ブレンド比率は20%前後を想定していますが、商品によって異なるため、実証で確認します。

【代替される素材・リサイクル対象】

- ◆FRP、PVC、および木くずを混練した合成プラスチック

【導入製品・利用用途】

- ◆リサイクル対象物由来：風力発電所の解体風車ブレード（FRPと木くず含有）と廃電線（PVC）
- ◆リサイクル素材の用途：合成樹脂建材の「エコ・抗疲労マット™」や「エコ・トタン壁™」等

実証フロー

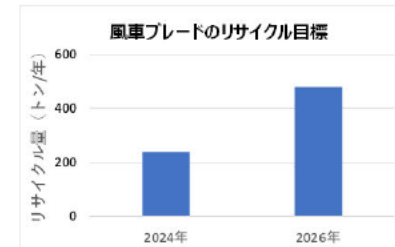


事業の効果

【普及目標】

<国内>

2024年に240トン（風車ブレードの市場流通量の50%以上、16基解体分）を、2026年には480トン、（32基解体分）のリサイクルを目指します。



<2024年の目標値>

- 風車ブレードのリサイクル量: 240トン (16基解体分)
- 合成樹脂建材の再生販売目標: 1,200トン

将来的には、設備能力増強することで合成樹脂建材の販売量を4,800トン/年まで拡張が可能です。

【波及効果】

■ 持続可能なエネルギー源としての風力発電の再評価

風力発電は再生可能エネルギーとして期待されながらも、景観への配慮や解体コストの重さによる更新建設の断念等により、近年伸び悩んでいます。解体時の有効的な廃物利用資源循環によって、風力発電が持続可能なエネルギー源として、洋上風力発電を含めて再評価されることにより普及拡大に貢献することができそうです。

【CO₂削減効果】

産廃として焼却埋立されている解体した風車ブレードをリサイクルすることにより、CO₂排出量を大幅削減することができます。

- ・2024年：12,070t-CO₂/年→4,756t-CO₂/年、△7,314t-CO₂/年(△60.6%)
- ・2030年：48,278t-CO₂/年→19,022t-CO₂/年、△29,256t-CO₂/年(△60.6%)

2-(2)解体現場→工場運搬の課題と解決策①

宏幸(株)

※解体現場→工場運搬の課題：

巨大ブレード(30m,5ton)、遠隔地により①切断後運搬、②現場破碎後運搬の2案あり

⇒遠隔解体現場への可搬性から

①切断後運搬方式にて実証開始

内蒙古輝騰錫勒风电场



ブレード切断テスト



切断風車プレート



【内蒙古切断実証結果(令和4年度)】

実験条件：特殊切断刃持込＋現場重機への取付けによる□0.8mへの切断

⇒重機メーカー・機種バラツキにより、ブレード切断成否あり(一部重機パワー不足)&粉じん対策要

⇒対策：風車ブレード切断特注専用重機(右図)を現場派遣(令和5年度実証予定)



すべてのプレート解体現場対応できるようにプレート1M以内切断機開発しました。
(粉塵防ぐために水噴射装置載せた)重機も改造中。

2-(2)解体現場→工場運搬の課題と解決策②

宏幸(株)

②現場破碎後運搬方式の検討：

(内蒙古実験の結果、特注専用重機の現場派遣必要性が判明したので、移動式破碎機を現場派遣する方式との比較が現実化)

【解体現場での破碎後運搬方式実証実験】

(令和5年度計画)

※ウエダ産業の破碎丸Aにて実験

※(株)ユーラスエナジーホールディングの協力で@秋田にて
実証実験検討中

※フレコン収納後に工場へのウイング車輸送となり、散乱防止と輸送効率アップ。

⇒ ②現場破碎後運搬方式と①特注専用重機による
切断後運搬の比較により、事業方式を決める予定
(令和5年度追加実証内容)

■ ブレード実証実験 協力依頼

- ① ブレードを粗破碎 → 破碎丸で細かく破碎 → フレコンに詰める。
- ② 破碎丸で破碎する際に、多少破片が周りに飛ぶ可能性があります。
- ③ 現場にある重機を確認し使用できる重機を検討。
- ④ フレコンに積込む荷台は、半管パイプ等で現場制作で対応願います。
- ⑤ フレコンの引取り(配車)は我々で対応します。
- ⑥ ウイング車への積込となり、フォーマクリフトがあればベストです。
- ⑦ 一日に破碎できる量は5t以下となります。

下記にイメージ図を添付致します。 詳細は7月6日現地で色々と相談させて下さい。



破碎丸 (イメージ)

■ ブレード 破碎機 ウエダ産業 破碎丸A (バックホウ 対応)

① FRPブレード 断面



② FRPブレード 投入前



③ FRPブレード 投入



④ FRPブレード 破碎開始



⑤ FRPブレード サイズ



⑥ FRPブレード フレコン投入



⑦ 押込み用 アタッチメント (前)



2-(3)FRPリサイクルプロセスの課題と進捗①

宏幸(株)

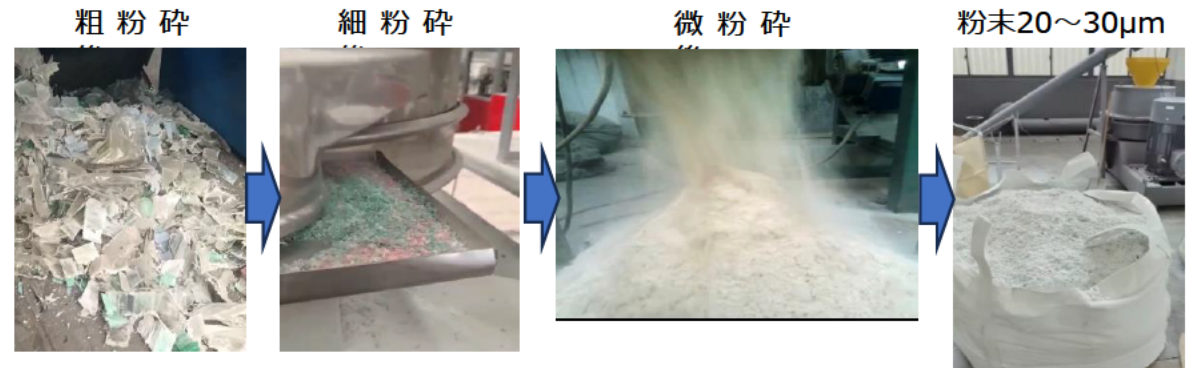
【実証設備による試作@中国】

(令和4～5年度)

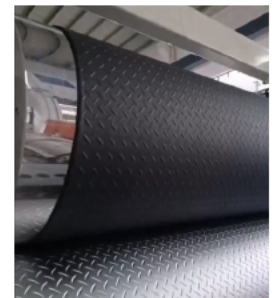
実験条件：実証設備、解体ブレード@内蒙古、
設備メーカー@江蘇省、広州市。

⇒FRPのパウダー化(30～50 μ m)に成功。ただし
木材含有差と糊の塊含有差により均一性悪い。
成形合成樹脂の品質に影響

⇒対策：粉碎均一、微粉碎機の刃改良等対策中、
原料の木材含有率差による添加剤調整等実験中、
設備を9月に国内輸送・設置→10月以降当社
足柄工場にて実証実験
(右図) 実験風景@中国



FRP粉末実証実験風景@中国



再生樹脂マット成形品

2 - (3)FRPリサイクルプロセスの課題と進捗②

宏幸(株)

【FRP合成樹脂再生試作課題】

(令和5年度実証予定)

※FRPパウダー均質化：

木材含有差影響を排除する刃および篩により、
パウダーサイズ均一性60%→90%に改良する

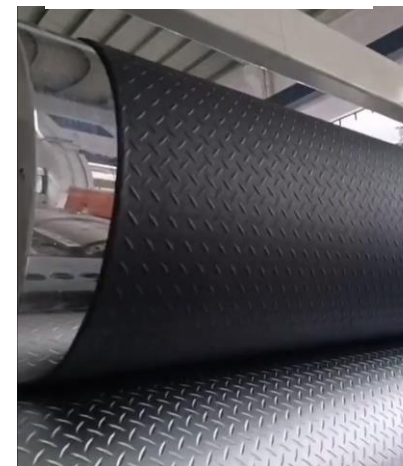
※合成樹脂成型品(屋外マット)：

強度・外観品質基準の安定確保

※2023/10以降は、国内解体ブレードによる、
当社足柄工場設置設備での実証実験

⇒(株)ユーラスエナジーホールディングス、仙台銘版、
秋田県グリーンエネルギー産業振興課等での
太陽光パネル下敷板としての実装評価

屋外マット試作品(良品)



屋外マット試作品(不良品)



特製スクリュー



2-(4)再生合成樹脂建材の社会実装課題と進捗

宏幸(株)

※風車ブレードリサイクル製品の実装1号は「太陽光パネル下敷き板」

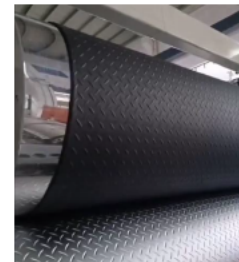
商品名	リクエスト事業者	代替品	開発状況
室外地面マット	ユーラスエナジーホールディングス、仙台銘版、永輝商事、阪和興業	太陽光パネル下敷板	微粉末試作成功、安定品質化実験中、ユーラスにて実装評価計画中
室内床マット エコ抗疲労マット™	(株)日伸 阪和興業	室内床マット	超微粉末試作成功、サンプル評価中
エコ・コーンベッド™	仙台銘版、大和ハウス 阪和興業	建設現場資材 コーンベッド	試作済、サンプル2社評価中
エコ・トタン壁™	阪和興業、大和ハウス、 ロイヤルホームセンター	トタン壁	未試作
エコ・トタン屋根™	阪和興業、大和ハウス、 ロイヤルホームセンター	トタン屋根	未試作

※「太陽光パネル下敷き板」は、野立て太陽光パネルの草刈り対策として、(株)ユーラスエナジーホールディングス、仙台銘版等と社会実装の協議中。特にユーラス@秋田での評価次第で全国への適用が検討されています。

※秋田県産業労働部グリーンエネルギー産業振興課エコタウンチームは、当社の実証事業と「風車ブレード由来の太陽光パネル下敷き板」に興味を示されて、共同研究（評価）および事業化検討の申入れを受けています。



※野立て太陽光パネルの草刈り対策として「太陽光パネル下敷板」を設置。草刈り費用より低コストでリサイクル活用。



再生樹脂マット成形品

2-(5)エネルギーと設備を共に再生可能とするために

宏幸(株)

※増加する風力発電機解体撤去による風車ブレードFRPの埋立処分を→建築資材へリサイクル活用転換するために、①風車解体現場から拠点工場へのブレード輸送方法の実証、②FRPのリサイクルを可能とするための技術実証、③風車ブレード由来の再生建材を太陽光パネル下敷板に社会実装する実証等、実証課題の多いテーマですが、人類社会が乗り越えるべきテーマとして追求します。

※風力発電ブレードのようなニッチ領域の複合プラスチックリサイクル事業は、大企業が手を付ける領域ではないが、中小企業には参入しにくい全国へき地展開事業です。今回のように、大企業である(株)阪和興業が中核となって、中小企業の宏幸(株)が解決技術を提供し、排出事業者 & 再生製品ユーザーでもある(株)ユーラスエナジーホールディング等の再生エネルギー事業者が協力することで進めやすくなります。

※再生エネルギーの1つである風力発電設備のリサイクル製品が「太陽光パネル下敷き板」に再生利用されて、もう一つの再生エネルギーである太陽光発電システムの一部として活かされることは、再生エネルギーの資源自立循環性・ゼロエミッション性を強化する取組となるでしょう。

ご清聴ありがとうございました。