

NEDOエネルギー・地球環境分野成果報告会2026

プログラムNo. B2-2-12

石炭灰を主原料とした新規なリサイクル連続 長繊維の応用研究

カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発
/石炭利用環境対策事業

発表：2026年7月22日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者名：新日本繊維株式会社 代表取締役社長 深澤 裕

団体名：新日本繊維（株）、（一財）電力中央研究所、東京大学物性研究所（2021-2023年度）

問い合わせ先：新日本繊維株式会社 管理部 URL:<https://nipponfc.com/contact>

研究背景

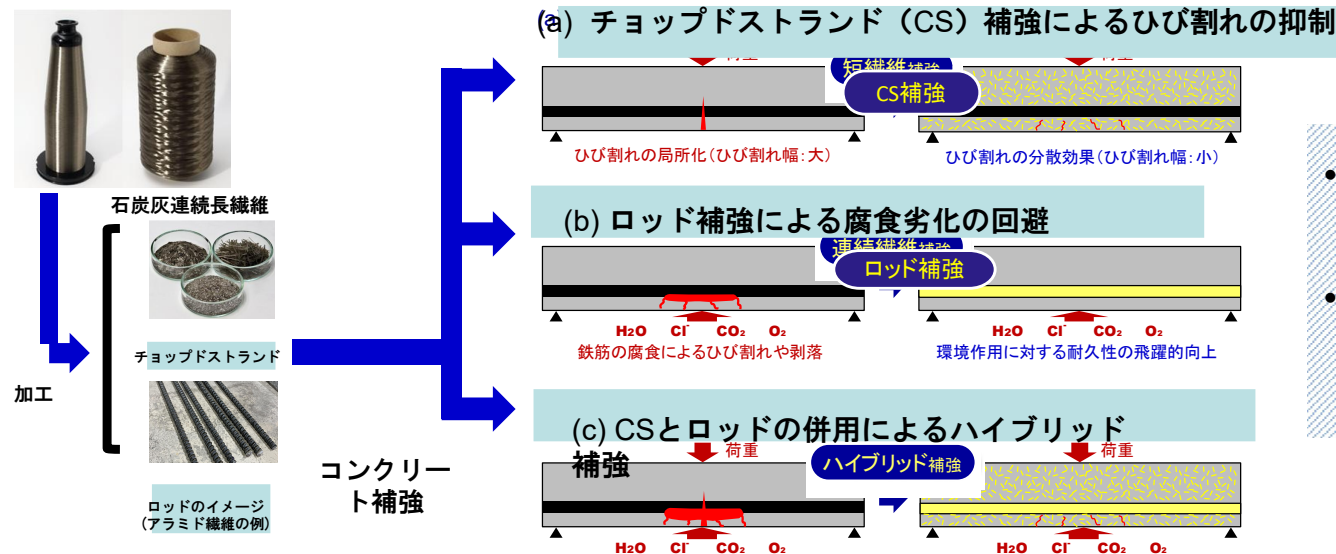
2020年12月に策定されたグリーン成長戦略では、火力発電は世界的に見ても、特にアジアを中心に一定程度利用せざる得ない電源と位置づけられている。とりわけ石炭火力は、東南アジアにおいて電源構成の相当程度を占める一方と、温室効果ガスの排出量が多いという課題があり、高効率化とCO₂排出削減が求められている。

加えて石炭利用に伴い発生するCO₂、煤塵、石炭灰やスラグといった物質の環境への影響を低減する方策や石炭利用時に必要な環境対策の確立が重要である。

このような背景から、多様な種類の石炭灰を有効活用できる石炭灰繊維への加工技術とその用途の開発が有効な解決策の一つになり得ると考えられる。

研究目的

本事業は、石炭灰の有効利用・用途拡大を目標とし、コンクリート構造物の長寿命化への寄与を念頭に、石炭灰連続長繊維を短繊維(CS)やロッドとしてコンクリート部材へ適用する技術を確認することを目的とする。

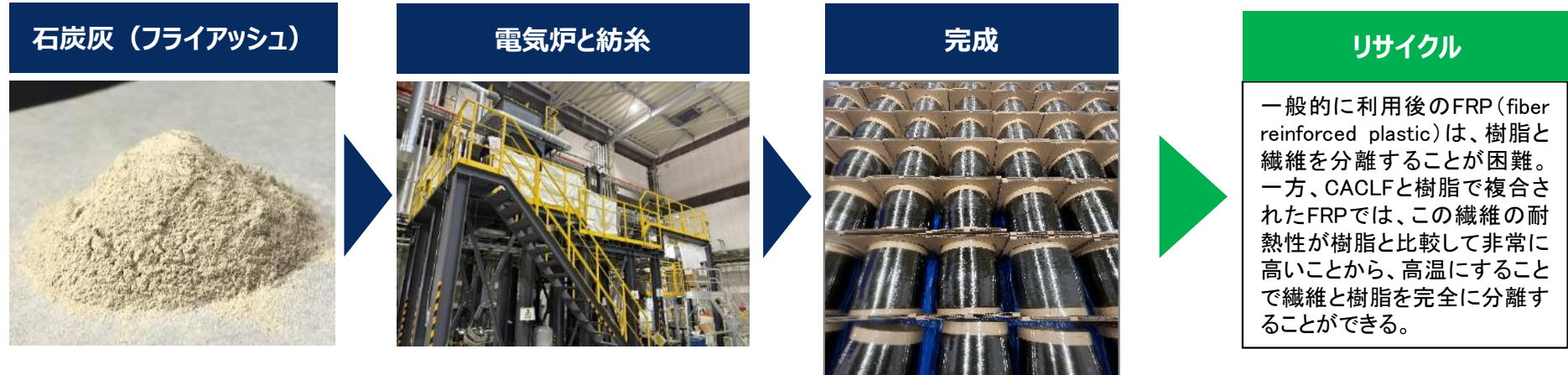


- 工業用途の拡大による石炭灰有効活用の拡大
- コンクリート構造物の長寿命化、メンテナンスフリー構造物の可能性

石炭灰連続長繊維(CACLF)の製造方法



- 1,300℃程度に溶融した石炭灰等を独自技術で繊維状に成形した製品



- 石炭灰連続長繊維の環境優位性

石炭灰連続長繊維(CACLF)の環境優位性

ガラス繊維の環境面での課題

製造工程

- 原料の**炭酸カルシウム (CaCO_3)** 量
- 既存設備では**重油、ガス燃焼炉**により生産

リサイクル面

- 繊維加工品 (ガラス繊維強化プラスチック : GFRP) は**埋立地で処理**されている

石炭灰連続長繊維(CACLF)の優位性

製造工程

- 炭酸カルシウム添加量も低いことから、**原料由来の CO_2 放出量はほぼゼロ**と評価
- 電気炉を用いる事で再生可能エネルギー**による製造

リサイクル面

- FRP製品では繊維と樹脂を完全に分離**することが可能 (耐熱温度 : 800~1,000℃)

研究スケジュール

	2021 年度	2022 年度	2023 年度	2024 年度	2025 年度
短繊維 (CS)	短繊維製作 コンクリート試験			コンクリート試験	
ロッド		ロッド製作 コンクリート試験			
ハイブリッド				コンクリート試験	
物性研究 応用検討	物性研究 (ISSP)			物性研究 (NFC) 応用検討	



CACLF-CS(短繊維)



CACLFロッド

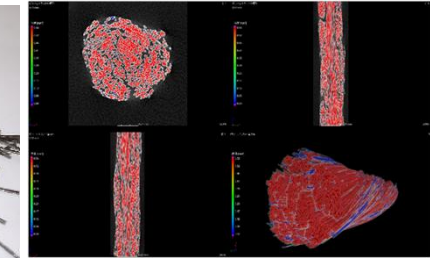
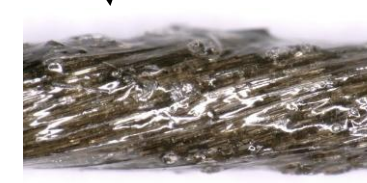
コンクリート用CS・ロッドの製作と物性評価について

石炭灰を主原料としたCACLF束に、配合を調整した各種樹脂を含浸・塗布し、複数のコンクリート用CSを試作した。その中から、凹凸性が最も高かった「d:epoxy(12)」を選定し、コンクリートのひび割れ抵抗性(靱性)の検証に用いた。

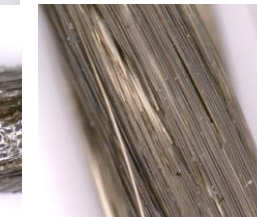
短繊維の種類	A	B	C	d	e	F
繊維数	1,800本					
樹脂(質量%)	epoxy(28)	epoxy(20)	polyolefin(20)	epoxy(12) epoxy(20)	epoxy(20)	epoxy(20)
捻り(回転/inch)	0	1	1, 2	3	4	7



拡大



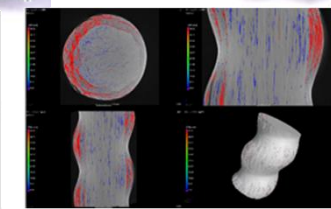
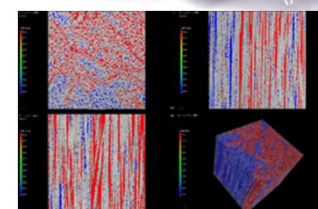
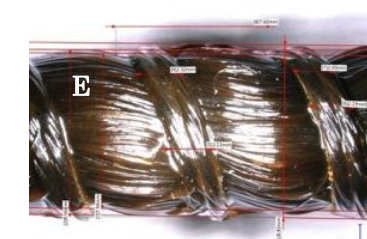
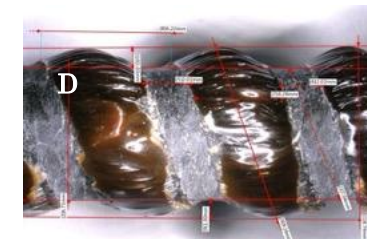
X線CT撮影像



熱処理にて樹脂を昇華させたCACLF-CS

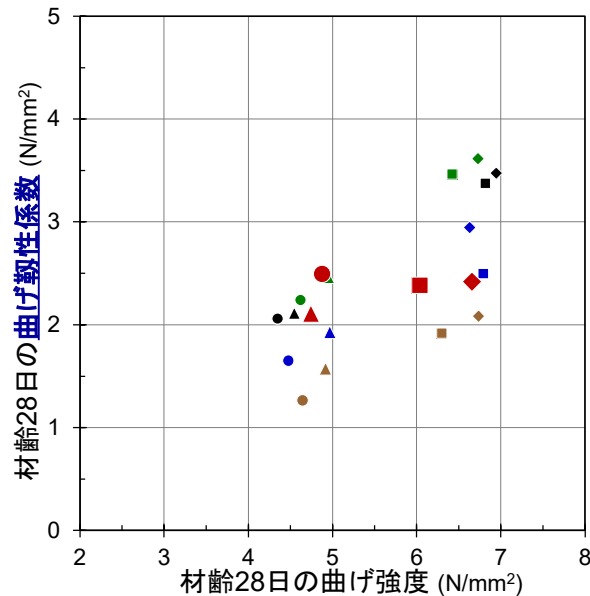
石炭灰連続長繊維束を引っ張りつつ樹脂を含浸させた上で絞る等の工程(引抜成形)を経て得られたロッドに対し、最も凹凸性の高い表2「D」をコンクリート部材の耐荷性能および剛性の検証に用いた。

ロッドの種類	A	B	C	D	E
外径(mm)	9.0	9.5	9.0	9.5	8.8
内径(mm)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.9
凹部分の長さ(mm)	8.0	8.0	6.0	6.0	繊維巻付型



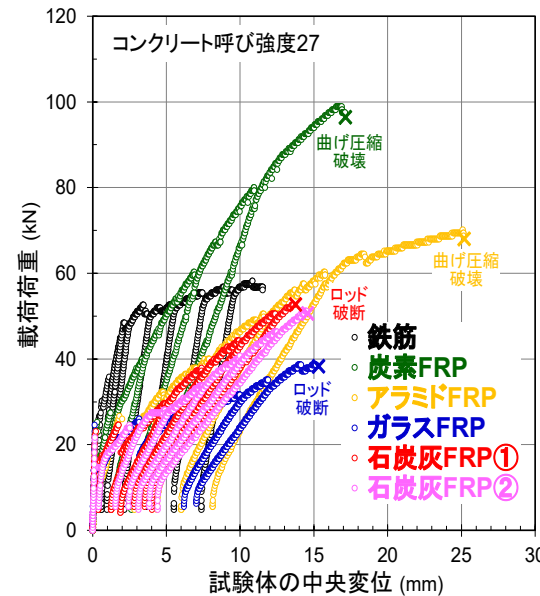
マイクロフォーカスX線CT撮影像の一例

研究開発の進捗状況:コンクリート補強材としての性能評価



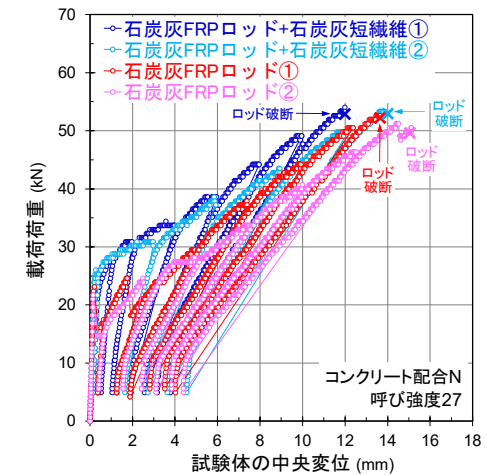
短繊維補強コンクリート
曲げ強度-曲げ靱性グラフ

石炭灰短繊維補強に
よるコンクリートの靱性
向上を実証

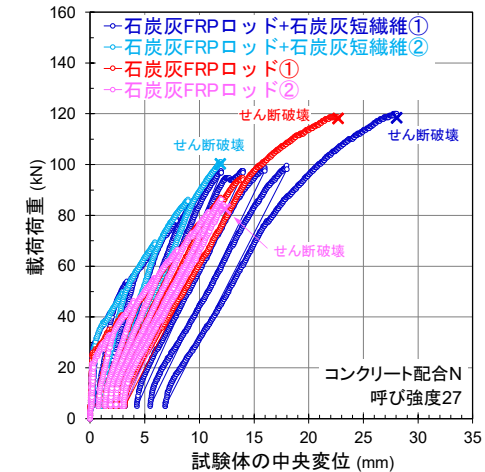


FRPロッド補強コンクリート
変位-載荷荷重グラフ

コンクリートの補強材と
して石炭灰FRPロッド
の有用性を確認



曲げ破壊試験体



せん断破壊試験体

ハイブリッド補強の
有効性を実証

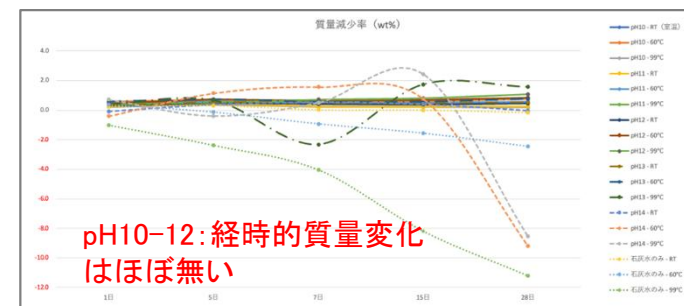
研究開発の進捗状況: アルカリ環境下における耐久性評価

右図上段にCACLFロービングを用いたNaOH溶液(pH10~pH14)、石灰水アルカリ浸漬試験結果、中段にコンクリート補強材として利用される耐アルカリ性の高いARG CSのNaOH溶液(pH11~pH12)、石灰水アルカリ浸漬試験結果を示す。

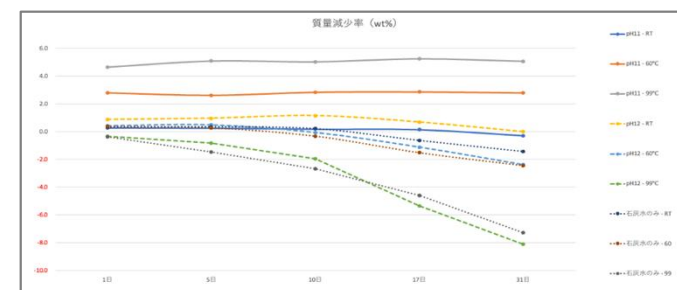
強アルカリ環境下では、CACLFの質量減少率が大きい結果となった。一方、低アルカリ環境下では、CACLFはARGと同程度、またはやや優れた耐アルカリ性を示した。

右図上段に、CACLFロービングを用いたNaOH溶液および石灰水への浸漬試験結果を示す。中段には、コンクリート補強材として利用される耐アルカリ性の高いARG-CSの試験結果を示す。下段には、NaOK溶液への長期浸漬後の平均質量変化率を示す。石炭灰短繊維は、pH10~pH12程度のアルカリ環境や石灰水、LS溶液に対しては長期的にも比較的安定である一方、pH14相当の強アルカリ環境、特に高温条件では繊維表面での反応や変質が進行する可能性が示された。

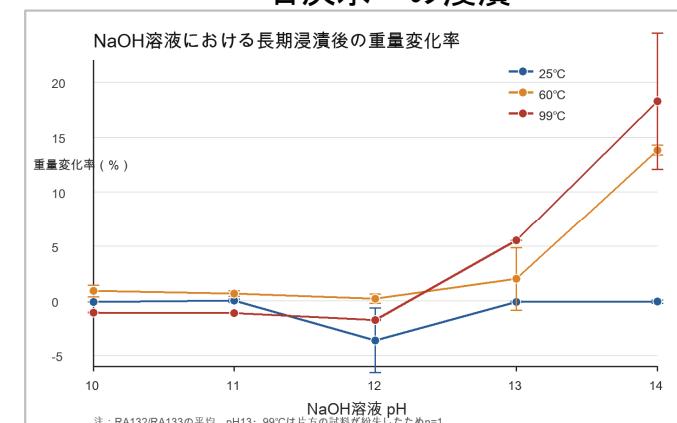
この結果は、CACLF-CSをコンクリート補強材として適用する際には、使用環境のpHを低減する配合設計や、繊維をアルカリ溶液から物理的に保護する樹脂被覆・収束材設計が重要であることを支持するものである。



CACLF ロービングに対するNaOH溶液(pH10~pH14)および石灰水への浸漬



ARG CSに対するNaOH溶液(pH11~pH12)および石灰水への浸漬



ARG CSに対するNaOH溶液(pH11~pH12)および石灰水への浸漬

このプロジェクトでは、年間10,000トン規模の量産工場での製造を見据え、年間50～100トン規模の紡糸設備をあらたにJ-POWER茅ヶ崎研究所に設置し、量産化における技術的課題を評価・検討し、当初計画で想定した成果を収めた。

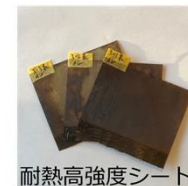
J-POWER茅ヶ崎研究所設置・紡糸設備:100トン/年規模



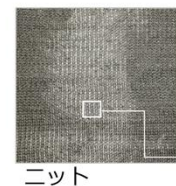
ニット&ロービング



ミルドファイバー

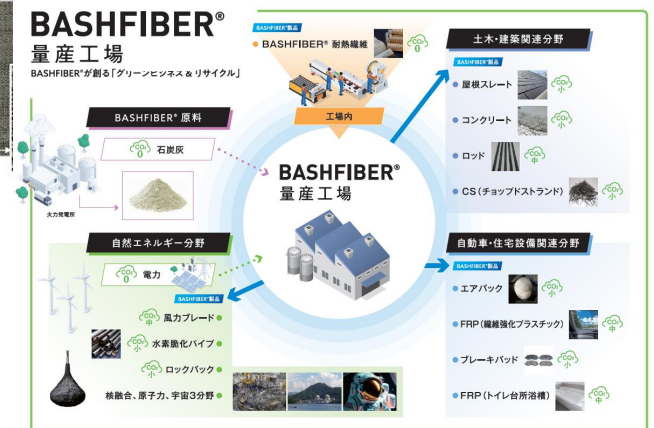


耐熱高強度シート



ニット

石炭灰繊維 サンプルギャラリー



量産化・事業化に向けて

