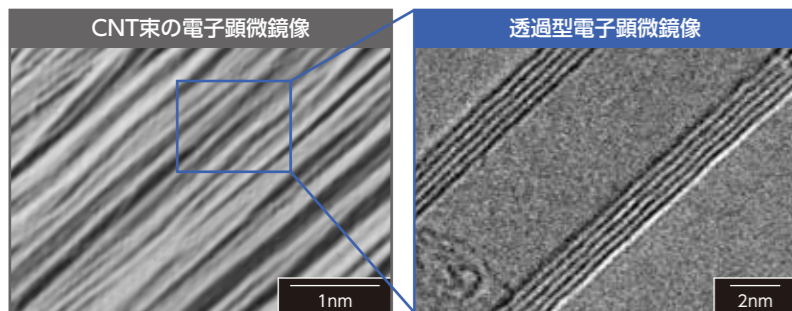
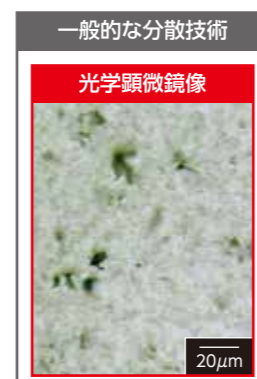
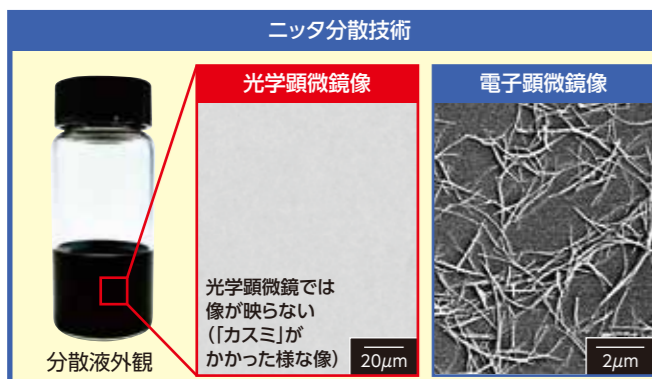


## 独自カーボンナノチューブ



- 直径が十数ナノメートルでミリオオーダーの長さをもつ多層CNT
- 炭素99.9%以上の高純度・高直線のCNTが束構造を形成する
- 一般的なCNT同様に軽量で強度が高く、化学的に安定性を示す

## CNT独自分散技術



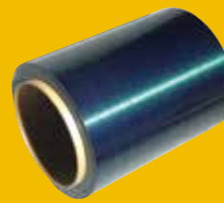
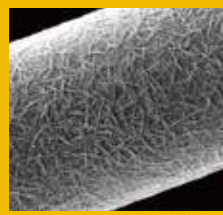
- ナノ分散……個々のCNTを単離分散
- 分散剤レス……界面活性剤などの第3成分の使用量を極力減らす
- 長尺分散……CNTの特徴である長さを維持した分散

## 産業分野への応用

Creating the future with you



Namd™ を



未来の技術へ

Going ahead with you



「Namd™」(エヌアムド)  
CNT/炭素繊維複合化技術

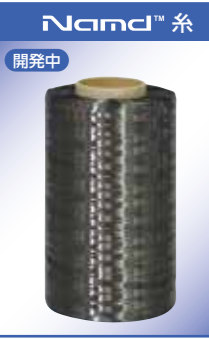
新たな可能性を開く  
ナノテクノロジー応用

●お問い合わせ先 **ニッタ株式会社** テクニカルセンター 開発企画グループ TEL.0743-56-2024

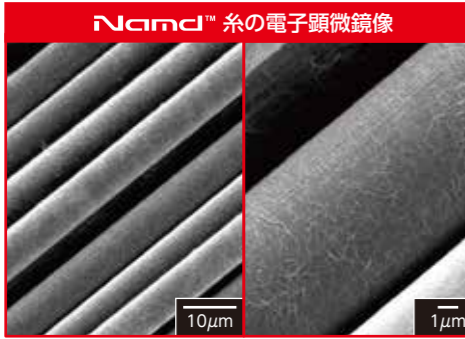
ニッタ株式会社  
NITTA CORPORATION

# 「Namd™」とは、ナノ分散カーボンナノチューブを炭素繊維へ均一複合化する技術

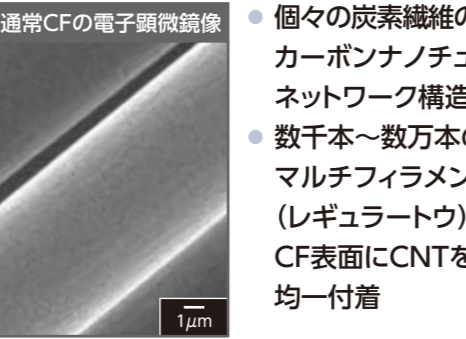
## 「Namd™ 糸」



開発中



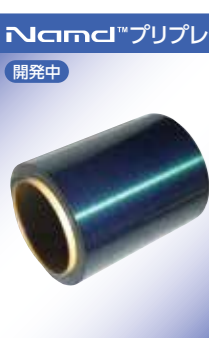
Namd™ 糸の電子顕微鏡画像



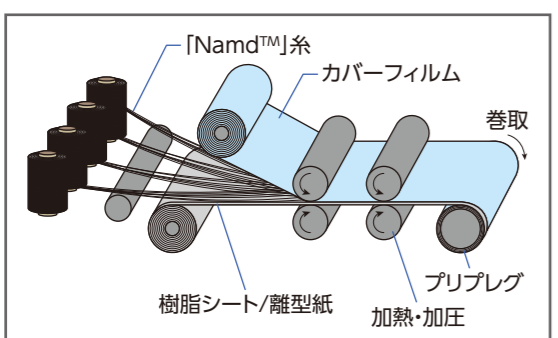
通常CFの電子顕微鏡画像

- 個々の炭素繊維の表面にカーボンナノチューブのネットワーク構造を形成
- 数千本～数万本のマルチフィラメント（レギュラートウ）のCF表面にCNTを均一付着

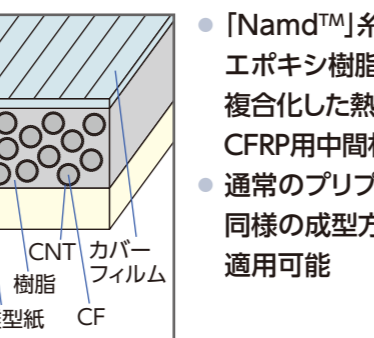
## 「Namd™ プリプレグ」



開発中



樹脂シート/離型紙 加熱・加圧



CNT カバーフィルム 樹脂 離型紙 CF

- 「Namd™」糸とエポキシ樹脂を複合化した熱硬化CFRP用中間材料
- 通常のプリプレグと同様の成型方法が適用可能

## CFRP成型 (試験片作製)

### 平板

任意の構成(角度・枚数)にて貼り合わせ

プリプレグ

プレス成型

CFRP平板

試験片加工

CFRP積層板

試験片

### パイプ

プリプレグをマンドレルに巻きつける

プリプレグ

マンドレル

加熱成型

CFRPシャフト

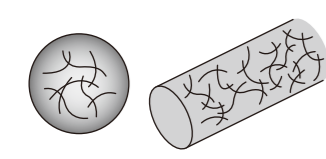
熱収縮フィルム

試験片加工

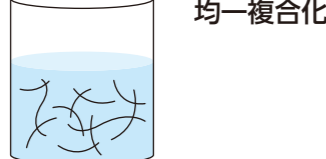
試験片

## ニッタの独自複合化技術

表面に固定

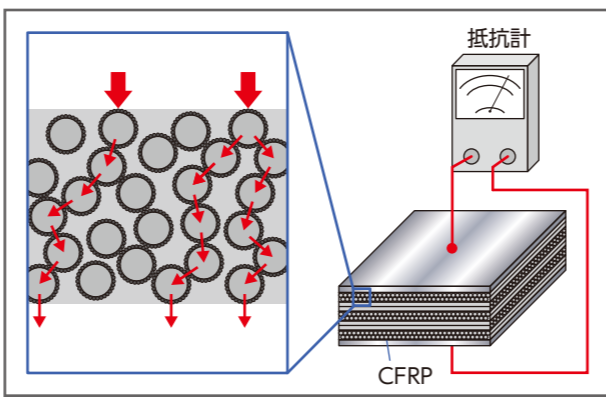


高粘度で固定



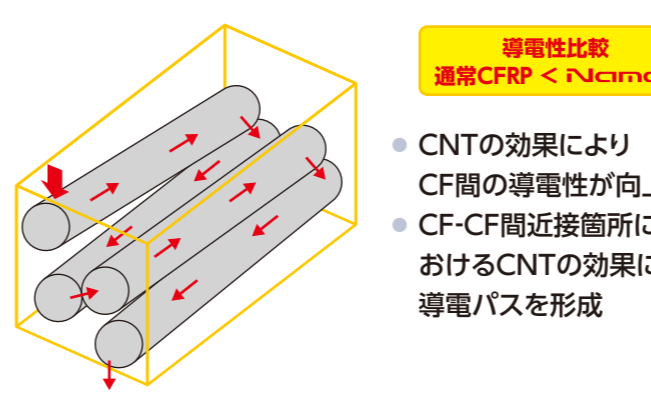
均一複合化…… ナノ分散された分散安定が困難な分散剤レスCNTを母材表面への均一固定や高粘性体中での均一固定する技術

## CFRPの導電性評価



抵抗計

CFRP



導電性比較  
通常CFRP < Namd™

- CNTの効果によりCF間の導電性が向上
- CF-CF間近接箇所におけるCNTの効果により導電パスを形成

## 層間破壊じん性 (Glc・Glr) JIS K7086 準拠



層間破壊じん性強度比較

通常CFRP

Namd™

約30%向上

亀裂進展量

PPG目付: 約180g/m<sup>2</sup>

※通常CFRPを100とした場合の強度比較



電子顕微鏡画像

CF表面に樹脂が密着

樹脂

CF

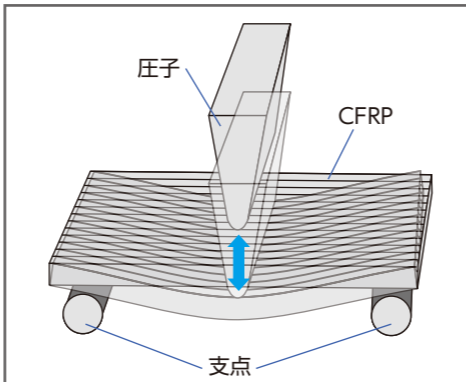
樹脂

CF

2μm

- CF-樹脂界面にCNTが存在することにより、CFRPの弱点となる層間破壊強度を向上させることが可能

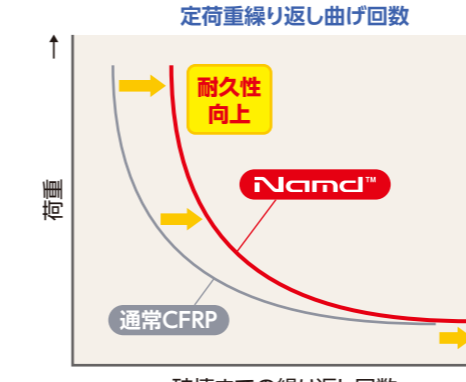
## 繰り返し曲げ疲労特性



圧子

CFRP

支点



定荷重繰り返し曲げ回数

耐久性向上

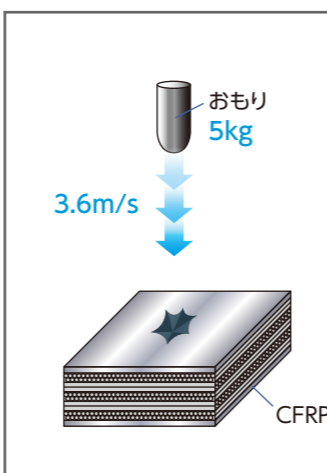
通常CFRP

Namd™

破壊までの繰り返し回数

- 一定荷重にて繰り返し曲げ評価を行い破壊するまでの耐久回数が増大する
- 通常CFRP < Namd™
- (CF目付量や積層構成によって回数の増大度合いが異なる)

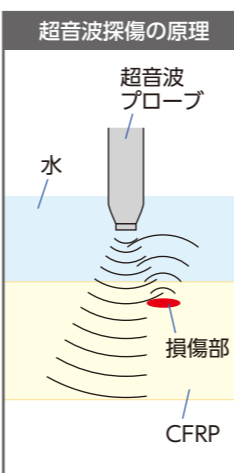
## 衝撃後ダメージ評価



おもり 5kg

3.6m/s

CFRP



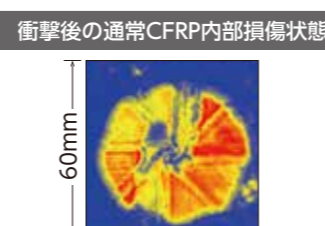
超音波探傷の原理

超音波プローブ

水

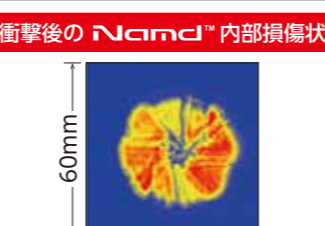
CFRP

損傷部



衝撃後の通常CFRP内部損傷状態

60mm

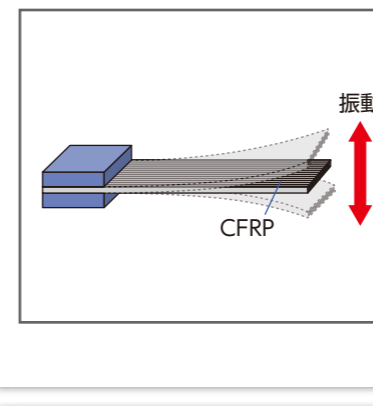


衝撃後の Namd™ 内部損傷状態

60mm

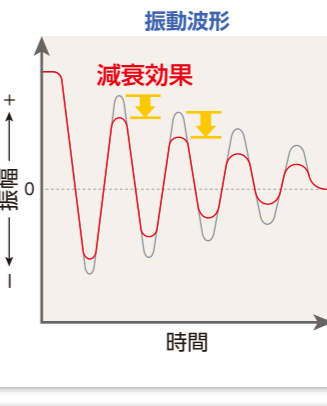
- 落錐により、CFRP板に衝撃を与え、内部乖離面積を超音波探傷により評価
- 通常CFRPに比べ「Namd™」は乖離面積が小さくなり、衝突痕の深さは浅くなる

## 振動減衰性



CFRP

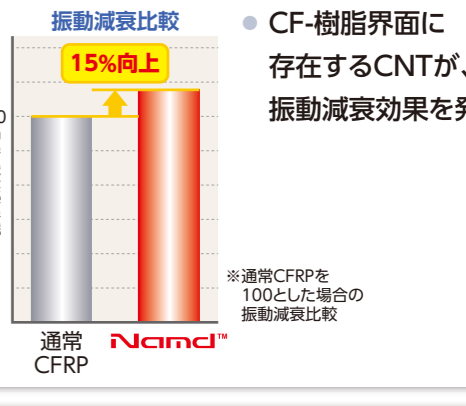
振動



振動波形

減衰効果

時間



振動減衰比較

15%向上

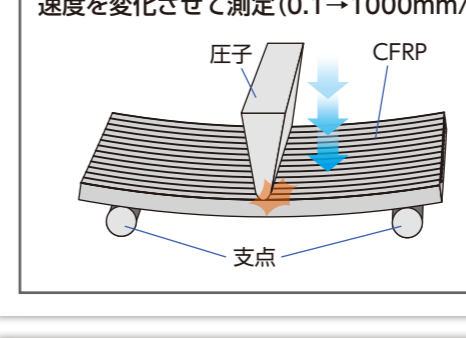
通常CFRP

Namd™

※通常CFRPを100とした場合の振動減衰比較

- CF-樹脂界面に存在するCNTが、振動減衰効果を発現

## 弾性率の速度依存性

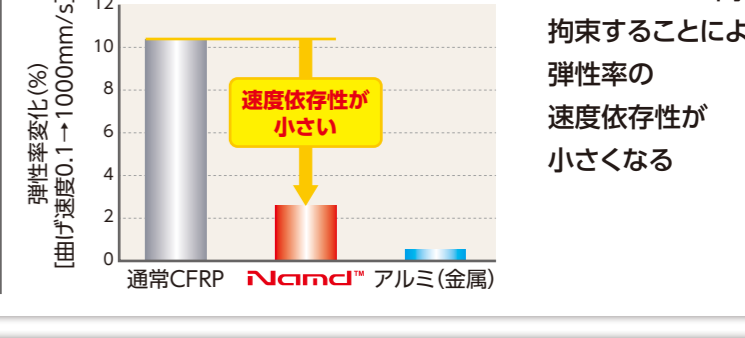


速度を変化させて測定 (0.1→1000mm/s)

圧子

CFRP

支点



弾性率の速度依存性

速度依存性が小さい

通常CFRP

Namd™

アルミ(金属)

- CNTがCF-CF間を拘束することにより、弾性率の速度依存性が小さくなる

## Namd™ 特性の発現メカニズム

### 曲げ応力下のCF間距離の計測

3DマイクロX線CT

回転

X線源

CFRP試験片

検出窓

曲げ応力下および無応力下の試験片のX線CT像を取得

個々の炭素繊維間距離を計測

距離

度数

距離

計測結果からヒストグラムを作成

累積度数分布のグラフ

### 曲げ応力が加わった時のCFRP中のCF間距離をX線CT像を元に解析

通常CFRP

曲げ応力下

無応力下

距離(μm)

通常CFRPはゆっくりの変形時においてCF間距離が変化する(樹脂クリープ起因)ためやわらかく、高速曲げ時は硬く(高弾性)なる

Namd™

曲げ応力下

無応力下

距離(μm)

通常CFRPは曲げ応力下においてCF間距離が短くなるが「Namd™」は変化しない

無応力下におけるCFRP中のCFは隣同士接近する(「Namd™」はCNT層が接触)

CNT層

CNT層

変化しない

応力下における「Namd™」はCNTの効果によりCFのズレが生じないためCF間距離が変化しない