

脱炭素・循環経済の実現に向けたセルロースナノファイバー利活用ガイドライン

別冊 2 環境省事業で使用した CNF 性能整理

(1) 自動車用途

自動車部品に CNF 製品を適用する目的は適用部品の軽量化を図ることにある。インパネ、ドアトリム、インテークマニフォールドなど、すでに樹脂化が実施されている部品と、エンジンフード、リアウィンドウ、バックドアなど、これから樹脂化の普及が期待される部品に分けられる。軽量化以外に難燃性や耐衝撃性などが部品ごとに要求される性能が従来部品と同等であることが求められる。

PP (ポリプロピレン) は自動車内装材に使用される汎用樹脂である。タルク、ガラス短繊維などの無機フィラー (補強材)、難燃剤などを配合したコンパウンドとよばれる樹脂ペレットを金型に溶融射出することで、内装部品が成形される。自動車用 CNF 樹脂部品の代表的な性能指標である複合材としての密度、曲げ弾性率を表 a2-1 に示す。従来部品と同一剛性となる必要部品厚さは曲げ弾性率で決まり、部品厚さと密度により、軽量化率が求められる。

表 a2-1 自動車用 CNF 樹脂部品の性能整理その 1 (内装部品)

事業者名 項目	2-2 九州大学	2-3 トクラス(株)	2-4 トヨタ車体(株)	2-5 京都大学
検討対象製品	内装部品	タルク充填プラスチック部品	バッテリーキャリア	内装部品
CNF 種類	水中カウンターコリジョン法 (ACC 法) 竹パルプ	ディスクミルによる木粉表面機械解繊	樹脂とパルプの 2 軸混練機による機械解繊	樹脂とパルプの 2 軸混練機による機械解繊
母材樹脂	PP	PP+木粉 25%	PP	PP
CNF 疎水化方法	樹脂表面に CNF をコーティング	相溶化剤	パルプを疎水化	パルプを ASA 変性疎水化
CNF 添加率 [W%]	0.8	0	20	10
複合材料密度 [g/cm ³]	0.91 (推定値)	1.01	1.00	0.95 (推定値)
曲げ剛性率 [GPa]	1.69 (推定値)	2.86	4.91	3.76
鋼板に対する軽量化率 [%]	44.2	47.8	56.8	54.4
出典	H29 報告書 P.101	H29 報告書 P.59	H29 報告書 P.101	H31 報告書 P.8

* 鋼板仕様: SS400 弾性率 192GPa 密度 7.87g/cm³

CNF 樹脂部品は再破碎、再成形しても、力学特性の劣化がなく、再破碎時に繊維が短くなることにより、力学特性の劣化を伴う従来ガラス短繊維強化樹脂部品より、リサイクル性において優れている。

表 a2-2 に、内装部品以外のエンジン吸気系部品であるインテークマニフォールド、透明部品であるリアウィンドウ、外装部品であるエンジンフード、鉛バッテリー代替リチウムイオンバッテリーの主要性能を示した。リチウムイオンバッテリーは鉛バッテリーに比べて極めて軽量であり、バッテリー正極の塗工液に CNF が使えるかの課題を環境省事業で挑戦した。

表 a2-2 自動車用 CNF 樹脂部品の性能整理その 2 (その他部品)

事業者名 項目	2-5 京都大学	2-5 京都大学	2-5 京都大学	2-1 第一工業製薬(株)
検討対象製品	インテークマニフォールド	リアウィンドウ	エンジンフード	鉛バッテリー代替リチウムイオンバッテリー正極塗工液
CNF 種類	樹脂とパルプの 2 軸混練機による機械解繊 (京都プロセス)	王子ホールディングスリン酸エステル化 CNF	阿波製紙 CNF ペーパー	TEMPO 酸化
母材樹脂	PA6	PC/PMMA	エポキシ	—
CNF 疎水化方法	パルプをアセチル変性疎水化	記載なし	記載なし	記載なし
CNF 添加率 [W%]	15	13	記載なし	0.3 リチウムイオン電池全体重量比
複合材料密度 [g/cm ³]	1.17 (推定値)	1.23	1.33	—
曲げ剛性率 [GPa]	4.80 (5 試験片平均値)	4.00	22 (比重・重量より推定)	—
軽量化率 [%]	アルミインテークマニフォールド比 50	無機ガラス比 50 樹脂ガラス比 20	鋼板エンジンフードに対して 64	鉛バッテリーに対して 67
出典	H31 報告書 P.93	H31 報告書 P.55	H31 報告書 P.59	H29 報告書 P.27

・H31 報告書 P.59 の CNF ペーパー写真は透明ではなく白いため、機械解繊と推定される。

・第一工業製薬(株)の CNF 用途は、リチウムイオン電池正極の塗工液である。

(2) 家電用途

家電用途において、使用時の CO₂ 削減、すなわち、消費電力削減につながる部品探索が行われ、冷蔵庫部品、洗濯機部品の CNF 化が検討されたが、自動車用途の軽量化に比較して、家電用途では、ライフサイクルでの使用時 CO₂ 削減より、家電リサイクル法の下で廃棄時再利用できることを活かした方が CO₂ 削減になることが判明した。

家電用途を担当した事業者は、異種樹脂を近赤外線スペクトルで自動分別する技術を有し、CNF 添加樹脂が CNF 無添加樹脂と異なる近赤外線スペクトルを持ち、CNF 添加樹脂だけを自動分別できることを確認した。

(3) 建材用途

建材用途では、既存のグラスウール断熱材表面に CNF 分散液を噴霧することで、熱伝導率の向上が図られた。表 a2-3 に、建材用 CNF 添加グラスウール断熱材（厚さ 100mm）の熱貫流率を示す。

表 a2-3 建材用 CNF 添加グラスウール断熱材の性能整理

事業者名 項目	2-7 静岡大学
検討対象製品	建材用 CNF 添加グラスウール断熱材
CNF 種類	スギノマシン BiNFi-s ウォータージェット法 水分散液 2W%
対象建材	グラスウール断熱材
CNF 使用方法	0.25W% に希釈して、噴霧後、 自然乾燥
CNF 添加率 [W%]	2.5 グラスウール重量比
複合材熱貫流率 [W/m ² ・k]	0.38 厚さ 100mm の時
断熱向上率 [%]	18
出典	H29 報告書 P.74

・断熱向上率 = 従来品熱貫流率 / CNF 添加品熱貫流率 × 100

寒冷地の住宅窓サッシには、熱伝導率がアルミの 1/1000 である塩ビ樹脂が使用されている。住宅における暖房エネルギーの低減には、住宅の断熱が有効であり、寒冷地以外でも複層ガラスや樹脂サッシによる新築・リフォームが ZEH 住宅普及に必要とされている。環境省事業においては、CNF 強化塩ビ樹脂により、樹脂窓の軽量化を図る試みが行われた。表 a2-4 に建材用樹脂サッシの性能を示す。

表 a2-4 建材用樹脂サッシの性能整理

事業者名 項目	2-8 (株)日建ハウジングシステム
検討対象製品	樹脂サッシ
CNF 種類	中越パルプ工業 竹パルプ ACC 法 水分散液
母材樹脂	塩ビ
CNF 疎水化方法	相溶化剤
CNF 添加率 [%]	7
曲げ弾性率 [GPa]	3.2 事業目標値 3.0
シャルピー衝撃値 [kJ/m ²]	10 JISA5558:2010 参考値 13
出典	H31 報告書 P.18