

ナノ材料の鉄道用床材への適用に関する基礎的検討

○伊藤 幹彌 間々田 祥吾 [土] 上原 元樹 [土] 鶴田 孝司 (鉄道総合技術研究所)

新井 明德 立原 統子 (ロンシール工業) 武藤 弘之 (日本鉄道車両機械技術協会)

Study on Application of Nanocomposites to Floor Sheet of Railway Vehicle

○Mikiya Ito, Shogo Mamada, Motoki Uehara, Koji Tsuruta,

(Railway Technical Research Institute)

Akinori Arai, Touko Tachihara, (Lonseal Corp.)

Hiroyuki Muto, (Japan Railway Rollingstock & Machinery Association)

Flame resistance is an important requirement for the products of railway vehicle. Heretofore, halogen-based fire retardant has been mainly applied; however, halogen acid that generates under combustion state is known as poisonous gas for human being. Accordingly, a growing interest is taken in halogen-free fire retardants. The improvement of flame resistance with nanocomposites is taken notice of; therefore, the application of nanocomposites to the floor sheet of railway vehicle has been studied.

キーワード: ナノ材料 (ナノコンポジット), 車両用床材, 難燃性, コーンカロリメータ

Key Words: Nanocomposites, Floor sheet for railway vehicle, Flame resistance, Cone calorimeter

1. はじめに

従来から、鉄道車両用の材料には火災時の乗客の安全性を確保する目的で一定以上の難燃性が要求されている。高分子材料の難燃性を確保するためには難燃剤として塩素、臭素などのハロゲンを含む化合物が適用される。これらの化合物は少量の添加で高い難燃性を得ることが出来るため広く使用されてきた。しかし、これらの化合物は燃焼時に多くの有害ガスを発生する。近年、欧州規格などでは材料燃焼時の発生ガスの安全性に対する検討も進んでおり、高分子の難燃化対策としては脱ハロゲン化が求められている。しかし、脱ハロゲン化と難燃化を両立させるためには無機系添加物を従来以上に添加する必要が生じ、重量増加、柔軟性低下、脆性増加を招き、高分子の利点を損なう問題があった。ナノ材料は少量の無機物添加で性能の大幅な向上が期待でき、難燃性の向上についても報告がある¹⁾。そこで、ナノ材料の鉄道車両用床材への適用を検討した。

2. ナノ材料の基礎特性

ナノ材料の鉄道車両用床材への適用に向けて、ナノ材料単体の基礎特性を把握した。ナノ材料としてはナイロンをベースとした材料が最も先行しており、製品として流通した段階にある。そこで、それらの製品からナイロン-6/モンモリロナイトナノコンポジット (宇部興産製 1022C2) を用

いて基礎特性を評価した。試験形状は床材への積層を考慮して 200 μm のフィルム状とし、旧JRS²⁾に定められた規格値と比較を行った。

表1に評価結果を示す。結果からナノ材料は規格値と比較して高い機械強度を有していることが明らかとなった。また、鉄道車両用材料燃焼試験においても、「難燃性」の評価を得ており、鉄道車両用材料として使用できる燃焼特性を有することが認められた。

表1 ナノ材料の基礎特性

項目	ナノ材料(1022C2)	床材の規格値(旧JRS)
引張強さ ¹⁾ (MPa)	99MPa	60kgf/cm ² (5.88MPa)以上
破断時伸び ¹⁾ (%)	380%	100%以上
摩耗減量 ²⁾ (g)	0.22g	摩耗減量 0.50g以下
燃焼性 ³⁾	難燃性	「難燃性」以上
耐加熱老化性 ⁴⁾	-11%	±30%以下

1: JIS K 6251

2: テーパー式摩耗試験 (1000回)

3: 国土交通省令第151号第8章第5節第83条解釈基準

4: 引張強さ変化率(100℃ 48時間加熱老化試験後)

3. 床材構成体の燃焼試験

3.1 試験品

本研究では、先に示した宇部興産製のナイロン-6 およびモンモリロナイト (以下、MMT とする) を配合したナイロ

ン-6/MMT ナノコンポジットを用いた。これらの材料は押出成形によって成形した厚さ 200 μ m のフィルムとした。

ナノ材料の作製にあたり、老化防止剤や熱安定剤などの配合処理は実施しないものとした。得られたナノ材料を既存のオレフィン系床材の基材に積層した床材試験品を作製し、後述する燃焼試験（コーンカロリメータ）を実施した。ナノ材料の床材への積層方法はプライマーを用いた加熱接着とし、積層した床材の厚さは 2mm とした。また、ナノ材料の積層位置としては図 1 に示すように積層構造 1～3 を作製した。試験品の詳細を表 2 に示す。

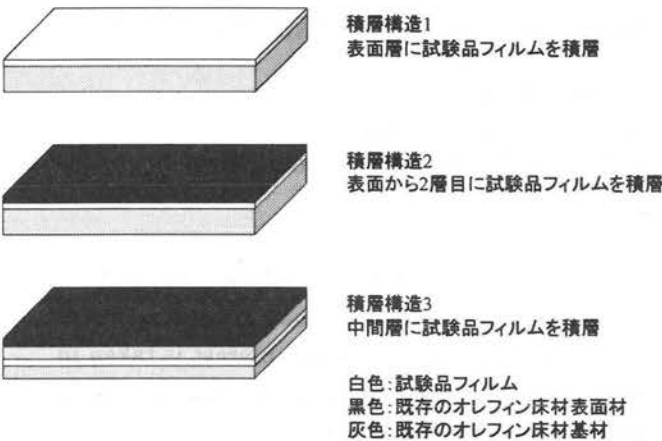


図 1 試験品の積層構造

表 2 試験品

試験品番号	MMT配合量 (wt%)	積層位置		
		表面層	2層目	中間層
1	0	○	-	-
2	1.15	○	-	-
3	2.3	○	-	-
4	0	-	○	-
5	1.15	-	○	-
6	2.3	-	○	-
7	0	-	-	○
8	1.15	-	-	○
9	2.3	-	-	○

3.2 燃焼試験方法

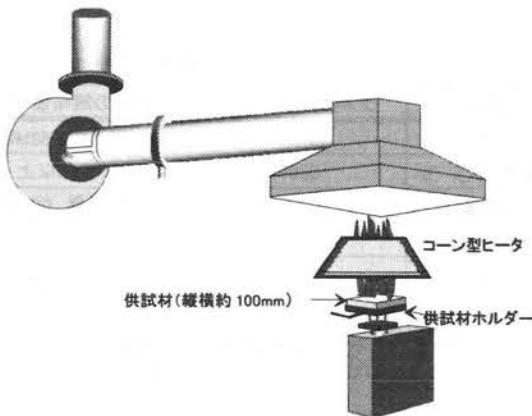


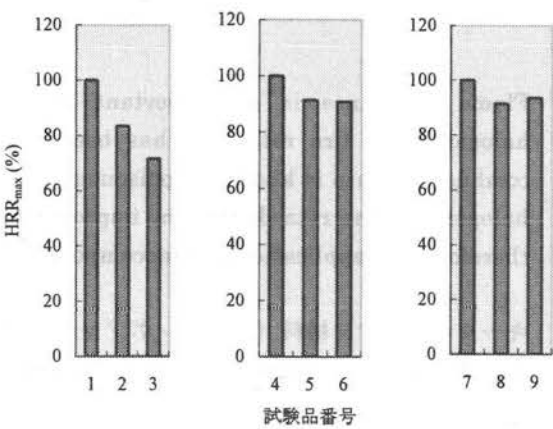
図 2 コーンカロリメータ

燃焼試験は図 2 に示すコーンカロリメータを用いて実施した。本試験は水平に配置した試験品が燃焼時に発生する

熱量を測定する方法である。試験条件として輻射熱量 35kW/m²、試験品形状は長さ 100mm×幅 100mm×厚さ約 2mm とした。試験は 3 回実施し、試験結果の平均値をそれぞれの結果とした。

3.3 燃焼試験結果

試験における測定項目はいくつかあるが、ここでは最大発熱速度(HRR_{max})に基づいて結果を述べる。試験結果を図 3(a)・(c)に示すように、通常のナイロンを積層した試験品番号 1, 4, 7 と比較してナノ材料を積層した試験品の HRR_{max} が低い傾向が見られた。これらの結果から、ナノ材料を用いることで初期の燃焼拡大を抑制する効果があるものと考えられた。また、低下の割合としては表面層に積層したものが最も大きく、難燃性向上のためには表面積層の効果が高いことが明らかとなった。



(a)積層構造 1 (b)積層構造 2 (c)積層構造 3
図 3 最大発熱速度結果

4. まとめ

通常のナイロンおよびナノ材料を用いて積層位置を変化させて積層した床材試験品を作製し、燃焼試験を実施した結果、以下の事項が明らかとなった。

- 1) ナノ材料を表面に積層した積層構造 1 の試験品は通常のナイロンを表面に積層した試験品と比較して、急激な燃焼拡大を抑制することによって発熱速度が低下することが明らかとなった。
- 2) ナノ材料を 2 層目および中間層に積層した積層構造 2、3 の試験品は通常のナイロンと比較して、発熱速度の低下は多少見られたものの、表面積層の積層構造 1 と比較して効果が不明確であることが明らかとなった。

参 考 文 献

1) Gilman J. W., et al. : Flammability properties of polymer-layered-silicate nanocomposites. Polypropylene and polystyrene nanocomposites, Chem. Mater., Vol.12, 1866-1873, 2000.

2) 旧 JRS17425-IG-15AR8A 車両用塩化ビニル樹脂床仕上材