

RBセラミックスを用いたすり板材料の研究

横山 信行[機]、○三島 潤一郎 (東日本旅客鉄道㈱)

堀切川 一男[機]、山口 健[機]、柴田 圭 (東北大)、

Research of composite for pantograph slider including RB ceramics

Nobuyuki Yokoyama, ○Junichiro Mishima, Member (East Japan Railway Company)

Kazuo Hokkirigawa, Takeshi Yamaguchi, Kei Shibata Member

(Graduate School of Engineering, Tohoku University)

"Rice Bran Ceramics (RBC)" is a hard porosity carbon material and is also a ecological material. RBC has many characteristic features and some of them are considered very attractive for railway vehicles, such as low density, high hardness, low friction, and the wear-resistant.

In order to reduce wear of both overhead wires and pantograph sliders, we developed the new composite material sintering compounds of copper, carbon and the RBC particles.

We investigated the friction and wear properties of these composite materials, and could get successful results.

キーワード：パンタグラフすり板、摩擦、摩耗、RBセラミックス、複合材料

Keyword: pantograph slider, friction, wear, RB ceramics, composite

1. はじめに

近年開発された搾油後の米ぬかを原料とする硬質多孔性炭素材料「RBセラミックス (Rice Bran Ceramics: 以下 RBC と略す)」は低密度、高硬度、低摩擦、高い耐摩耗性など魅力的な特徴を有する新しい材料として様々な応用がなされている。また、製造、使用、廃棄に至るまで環境に大きな害を与えないという点でも期待されている。RBC 粉末 (図 1) は各種材料と複合化することにより、さらなる新材料を開発することも可能で、これまでも樹脂やセラミックスとの複合材料がさまざまな工業材料として応用されている。

そこで、在来線用カーボンすり板用の材料を母材として、これに RBC 粉末を混合したすり板材料を試作しその集電材料としての性能評価を行った。

2. 試験の内容および結果

カーボンすり板の製造方法には主に金属含浸法と混合焼結法があるが、今回の RBC 粉末の配合には、より均一に配合できる混合焼結法を選択することとした。そこで、現在使用されている混合焼結型カーボンすり板である PC58 を母材と位置づけ、各材料を重量比で (Cu(銅)60%)+(C(炭素)40~0%)+(RBC0~40%)となる複数の条件で配合した試験片を製作した。また試験にあ

たっては、RBC 粉末の粒径の違いによる特性の差を比較するために、平均粒径が $150\mu\text{m}$ 、 $83\mu\text{m}$ 、 $30\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m}$ となる 4 種類の RBC 粉末を用いた。以下に各試験の内容と結果について述べる。

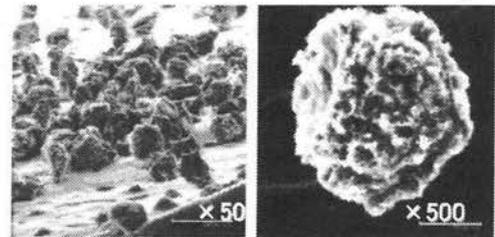


図 1 RBC 粉末

2.1 材料特性試験

製作した各試験片について、曲げ強度測定と電気抵抗測定を行った。結果を図 2 および図 3 に示す。RBC の配合比が高くなるほど、曲げ強度は低下し、電気抵抗率は増大する傾向が見られた。また、RBC の粒径が小さくなるほど、曲げ強度は増大し、電気抵抗率は減少する傾向が見られた。結果として、RBC の粒径を $5\sim 30\mu\text{m}$ および配合量を 5%程度とすることで、今回すり板の開発目標値とした曲げ強度 100MPa 以上、電気抵抗率 $3\text{m}\Omega$ ・

m 以上を達成できることが分かった。

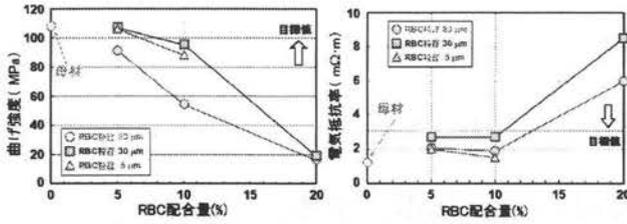


図 2 曲げ強度測定結果 図 3 電気抵抗率測定結果

2.2 機械的摩耗性能試験

ピンオンディスク型すべり摩擦試験装置を用いて、大気中無潤滑下における摩耗性能を測定した。

試験で得られた摺動速度に対する試験片の比摩耗量の関係を図 4 に示す。このように、粒径の小さい RBC を適切に配合すれば試験片の比摩耗量を母材に比べ大きく減少させることが可能であることがわかった。なお、本試験装置では、摺動速度が低いため、接触圧力を高く設定して、実走行に近い摩耗状態となるようにした。

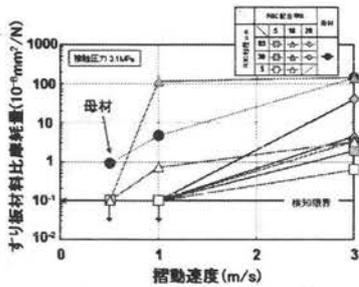


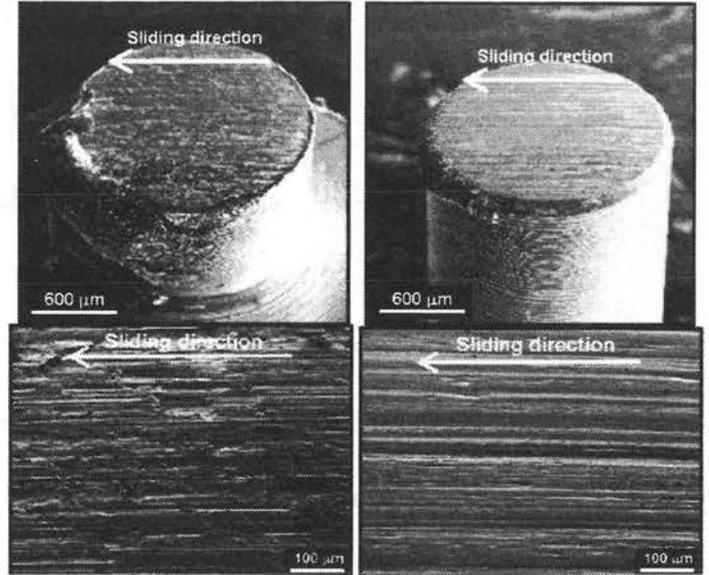
図 4 摺動速度と比摩耗量の関係

また、この試験終了後、相手材（トロリ線材料）の表面を SEM 観察したものを図 5 に示す。母材に対するものは銅の塑性流動に伴う線条痕が見られ粗い表面となっているのに対し、RBC すり板材料に対するものはこれが非常に少なく滑らかになっていることが分かった。

2.3 通電摩耗試験

機械的摩耗性能の良好であった配合比率を有する試験片に対し、集電材摩耗試験装置を使用し、100A の通電条件下で定速摩耗試験を実施した。この試験は安定した集電状態下で行う試験である。なお、試験片の接触圧力は、架線に対するパンタグラフの標準的な押上圧力にほぼ等しい 0.39MPa とした。

結果を図 6、図 7 に示す。摺動速度 27.8m/s (=100km/h)の条件下で、RBC を混合した試験片の摩耗量は母材に対して 98%減となった。また、相手トロリ線材料の摩耗量は 23%減となった。



(a)母材に対して (b)RBC すり板に対して
図 5 相手材（トロリ線材料）の摩耗状況

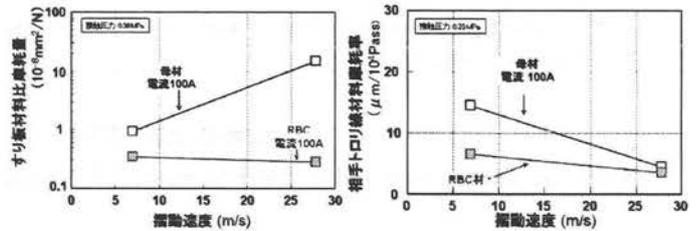


図 6 すり板試験片の比摩耗量 図 7 相手トロリ線材料の摩耗率

3. 実物大のすり板の性能試験

上記のように、材料レベルでの基礎試験を行い良好な結果が得られたことから、実物大のすり板を試作し、現行のパンタグラフに取り付けて各種ベンチテストを実施し、すり板として十分な性能を有していることを確認した。

参考文献

1) 柴田圭、山口健、八尾 勇太、堀切川一男 (東北大)、三島潤一郎 (JR 東日本) : Cu/C/RBC 複合材料の通電条件下における摩擦・摩耗特性, トライボロジー会議 講演予稿集 p123-124, 日本トライボロジー学会, 2008-9
2) 土屋広志 ((財)鉄道総合技術研究所) : C/C 複合材製カーボン系すり板の摩耗特性, 固体潤滑シンポジウム 講演予稿集 p103-106, 日本トライボロジー学会 第二種研究会 固体潤滑研究会, 2007-7