

# 鑄鉄複合化制輪子

車輪の踏面に制輪子(図1)を押し付けて車両を停止させるブレーキ方式を踏面ブレーキと呼び、在来線のみで使われています。

制輪子には、材質により鑄鉄制輪子、合成制輪子、焼結合金制輪子があります。鑄鉄制輪子は、古くから使われており、他の制輪子と比べると摩擦係数が低く摩耗量が多いのですが、その反面、雪により摩擦係数が低下しない、車輪の踏面を適度に粗くするため車輪とレールの摩擦力(粘着力)を高めるといった特徴があります。焼結合金制輪子を使用している寒冷地もありますが、JR北海道では自社で生産していることもあり、今でも鑄鉄制輪子が主流です。

日本では在来線でのブレーキ距離は、信号機の視認性、列車防護上必要となる最長距離などを勘案して600m以内と定められています。そのため、在来線の高速化のためには、高速での摩擦係数を高くすることが必要となります。そこで、鑄鉄制輪子の高速での摩擦係数を向上させるため、フィルタ状の炭化けい素ブロック(以後、炭化けい素フィルタと総称)の利用を検討してきました。

今回ご紹介する特許は、炭化けい素フィルタをどのように鑄ぐるんで鑄鉄複合化制輪子を製造するか(特許第4705887号)、炭化けい素フィルタをどの位置に配置するのが適当であるか、また、どのくらいのフィルタ量が適切であるか(特許第4583341号)についてのものです。

炭化けい素フィルタをどのように鑄ぐるんで製造するか?炭化けい素フィルタは金属より軽いため、溶けた金属(溶湯)の中では浮上します。この原理を利用して、摩擦面に炭化けい素フィルタが現れるようにしました。炭化けい素フィルタの位置を固定するために、炭化けい素フィルタの中央に穴を開け、砂型に取り付けたガイドバーを挿入しました(図2)。溶湯が鑄型の中に入ると、炭化けい素フィルタがガイドバーにそって、摩擦表面に浮き上がります(図3)。これにより、鑄造ラインを変更することなく簡単に炭化けい素フィルタを鑄ぐるむことができます。

次に、フィルタの適切な位置を決定するために、詳細に制輪子の温度を測定し、温度が最も高くなる箇所を探り、そこにフィルタを設置するようにしました。

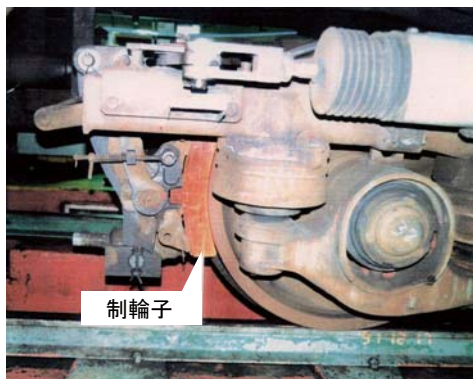


図1 鑄鉄制輪子

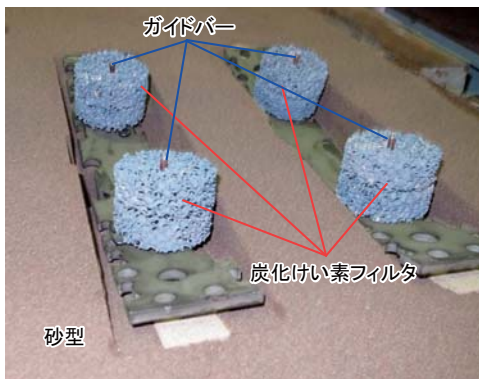


図2 鑄鉄複合化制輪子の製造方法

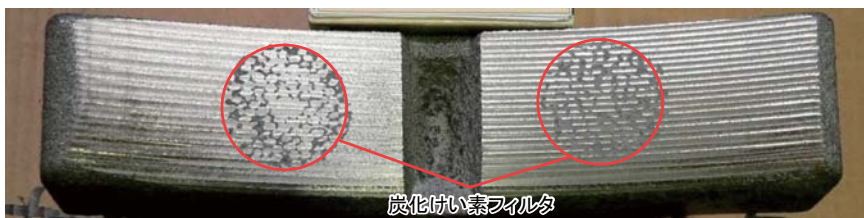


図3 鑄鉄複合化制輪子の摩擦表面

炭化けい素は、セラミックスの一種で、鉄と比べて非常に硬い材料です。炭化けい素フィルタを鑄ぐるんだ鑄鉄制輪子が、車輪踏面の摩耗を促進したり、熱負荷が高くなったりしないように、フィルタの量をできるだけ少なくする必要があります。制動摩擦面における炭化けい素フィルタと面積率と平均摩擦係数の向上割合を図4に示します。フィルタの面積率が1~3%と少ない方が、平均摩擦係数を向上させる効果が高いことがわかりました(図4)。

## 発明余話

なぜ、炭化けい素フィルタの利用を考えたのか？ 鑄鉄制輪子の摩擦係数向上のための考え方を図5に示します。高速でブレーキをかけると、鑄鉄制輪子の摩擦表面は熱により軟化・溶融します。その際に、耐熱性の高い硬質粒子が摩擦表面に介在すれば、摩擦係数が向上するのではないかと考えました。

最初に、一般的なセラミックスであるアルミナ、炭化けい素、ジルコニアの粒子を125km/hからのブレーキ中に車輪と制輪子間に介在させる試験を行いました。その結果、炭化けい素粒子を介在させると摩擦係数が向上することがわかりました。次に、どのように炭化けい素粒子を車輪と制輪子間に供給するかを考えました。いくつかの方法を検討し、外部に装置を設置する必要のない、制輪子中に炭化けい素のブロックを埋め込む方法を検討しました。ところが、この方法ですと、炭化けい素のブロックが欠けたり、鑄鉄部分にき裂が入ってしまいました(図6)。

そこで、製造現場の方々との議論を通じて、炭化けい素製のセラミックスフィルタに着目しました。元来、セラミックスフィルタは、鑄造時の溶湯中のゴミ(ノロ)をこすために使われています。これを鑄鉄制輪子内に鑄ぐるむことができれば、うまく鑄鉄と一体化するのではないかと考えたわけです。

本制輪子は、JR北海道の方々と協力して開発してきました。まだ、実用化には至っていませんが、今後も協力して、実用化を目指したいと考えております。また、これまでご尽力いただいたJR北海道の関係者の方々に深く感謝致します。

(材料技術研究部 摩擦材料研究室 宮内瞳宙)

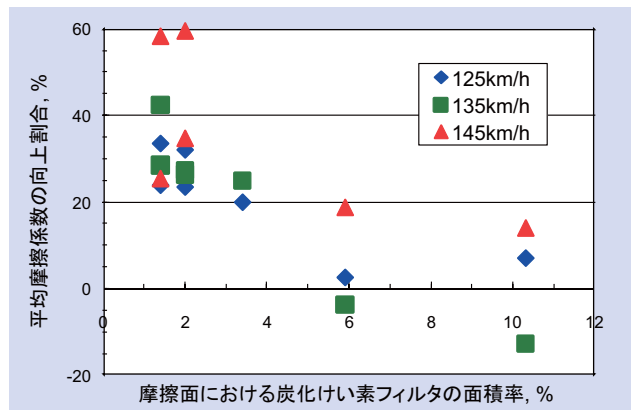


図4 制動摩擦面における炭化けい素フィルタの面積率と平均摩擦係数の向上割合

## 《権利メモ》

発明の名称：鉄道車輛用鑄鉄制輪子の製造方法

概要：制輪子に鑄込まれるセラミックスブロックを制動摩擦面に対して適正な位置に配置し、ブレーキ性能を安定させると共に、向上させることのできる製造方法。

出願番号：特願2006-171776 (2006.6.21)

公開番号：特開2008-2549 (2008.1.10)

登録番号：特許第4583341号 (2010.9.10)

総発明者：宮内 瞳宙, 半田 和行

共願者：北海道旅客鉄道(株)

発明の名称：鉄道車輛用鑄鉄制輪子

概要：発泡体状の炭化けい素セラミックスによる多孔状の制動ブロックが鑄込まれている鑄鉄制輪子であって、制動摩擦面における制動ブロックの面積比が1~3%である鉄道車輛用鑄鉄制輪子。

出願番号：特願2006-171775 (2006.6.21)

公開番号：特開2008-2548 (2008.1.10)

登録番号：特許第4705887号 (2011.3.18)

総発明者：宮内 瞳宙, 半田 和行

共願者：北海道旅客鉄道(株)

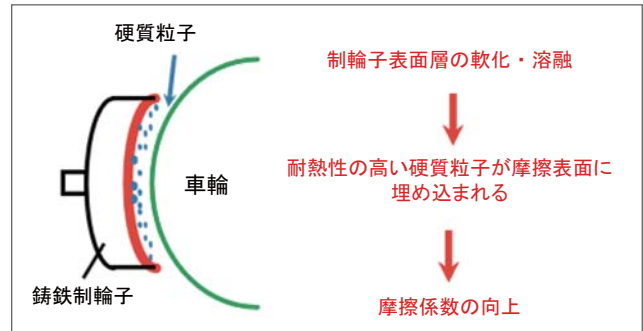


図5 鑄鉄制輪子の摩擦係数向上のための考え方

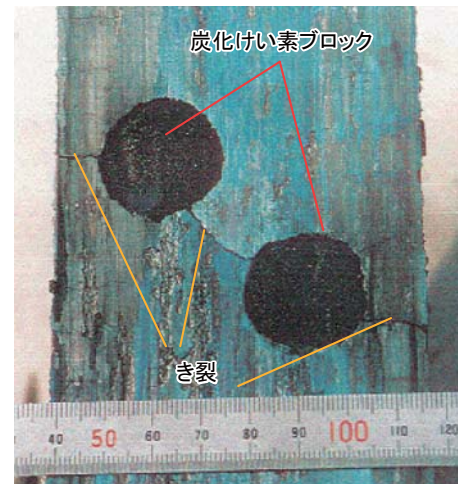


図6 炭化けい素ブロック埋込制輪子