

しゅう動材料とは

摩擦の形態には、転がり摩擦とすべり摩擦があります。このうち、すべり摩擦は面と面が接触して摩擦することで、しゅう動材料とはこの部分に使われる材料です(図1)。鉄道車両で使われているしゅう動材料にはブレーキ材(制輪子、ライニング)とパンタグラフすり板などがあります。これらのしゅう動材料は消耗部材であるので、日常的な点検で交換が可能であること、交換の頻度を少なくするためにしゅう動材料も摩擦しにくく、しゅう動する相手材も摩擦させないことなどの性質が必要です。

ブレーキ材(制輪子、ライニング)

鉄道車両で使われている摩擦ブレーキには車輪踏面に制輪子を押し付けるブレーキと、車軸や車輪側面にディスクを取り付け、それに制輪子ライニングを押し付けるブレーキの2種類があります。制輪子を使用したブレーキは車輪を摩擦部材として利用する比較的簡単な構造のため、古くから在来線車両で使われています(図2)。制輪子に求められる性能は、速度に依存しない安定した摩擦係数であること、しゅう動部材・車両部品として必要な強度、耐摩耗性を持つことです。制輪子には構成材料の違いにより鑄鉄制輪子、合成(レジン)制輪子ならびに焼結合金制輪子があります。これらの制輪子は車種や使用環境により使い分けられています。

特に合金鑄鉄制輪子は、合金元素の添加によって硬い粒子を母材中に分散させることで摩擦係数や耐摩耗性が飛躍的に向上しました。さらに材質以外で摩耗性能を向上させる方法として制輪子を複数のブロックに分割すると、制輪子と車輪の実質的な接触面積が安定的に広くなり、摩擦係数が向上し、安定することがわかり、寝台列車や気動車で実用化されています。一方、ブレーキディスクを使用したブレーキはブレーキ負荷の高い車両である在来線の特急車両(分割形)、新幹線(一体形)やブレーキ頻度

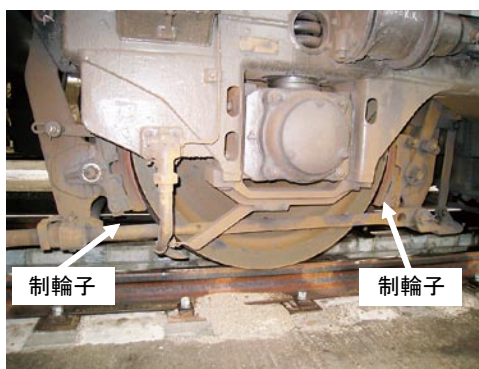


図2 機関車の車輪と制輪子

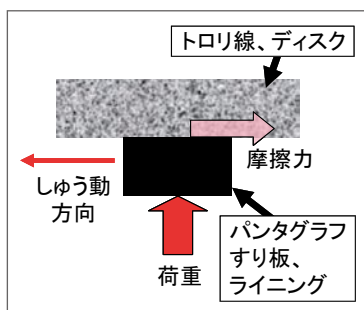


図1 すべり摩擦

が高い通勤型車両を中心に使われています。ブレーキディスクの代表的な材質は在来線では鑄鉄、新幹線では鍛鋼です。新しいディスクの材質としてアルミニウム合金、カーボン複合材が開発の途上にあります。また、ディスクと摩擦する相手材であるライニングは在来線では合成ライニング、新幹線では焼結合金ライニングが使われています。

パンタグラフすり板

パンタグラフすり板には焼結合金、カーボンなどが使われており、線区、車種により多様です。電気機関車や集電電流の大きな電車では銅系焼結合金、新幹線では鉄系焼結合金が使われていますが、それ以外の多くの電車では焼結合金と比べてトロリ線の摩耗が少ないカーボンと金属を複合させたカーボン系すり板と呼ばれる材料が使われていません(表1、図3)。

パンタグラフすり板に求められる性能はしゅう動材料としては制輪子とは異なり、トロリ線から電流を集電するために、電気回路として必要な高い導電性(低い固有抵抗)が必要となります。最近では軽量で耐摩耗性に優れたC/C複合材(炭素繊維強化炭素複合材)のカーボン系すり板も開発され、在来線で実用化されています。

(材料技術研究部 摩擦材料 土屋広志)

表1 すり板材の物理特性

代表的すり板材質	密度 (g/cm ³)	抵抗率 ($\mu\Omega\text{m}$)	曲げ強さ (MPa)	衝撃強さ (kJ/m ²)	
焼結合金	7.6	0.3以下	-	120	
純カーボン	1.7	32	50	1.5	
カーボン系	金属含浸型	2.9	1.8	110	4.0
	混合焼結型	3.6	1.1	100	3.5
	C/C複合材	2.5	2.8	195	6.2~7.6

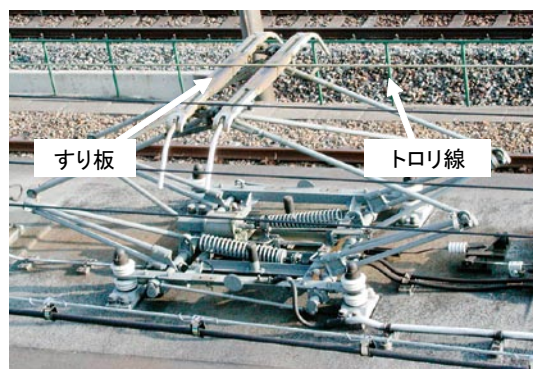


図3 在来線用パンタグラフの一例