

## 傾斜ブロック式焼結合金制輪子の開発

## - 車輪削正周期の延長 -

柘植 幹雄 ○田中 裕輔 (日本車輛製造 鉄道車両本部)

宮崎 聡夫 (曙ブレーキ工業 開発部門)

Development of new sintered metal brake shoe

- Extension of the interval of wheel turning -

Mikio Tsuge, ○Yusuke Tanaka (NIPPON SHARYO,LTD.)

Satoo Miyazaki (AKEBONO BRAKE INDUSTRY CO.,LTD.)

Among various types of tread brake shoes, a sintered metal brake shoe has been known that it generates larger abrasion on wheel tread than the other types. A concave worn tread is a typical one, which sometimes leads to an imitative flange at the wheel rim. The interval of wheel turning work, therefore, has had to be reduced to remove such defects. This report describes a new sintered metal brake shoe developed with a simple idea of rearranging two sets of friction blocks currently in use. By the application of new brake shoes, the growth of imitative flange was restrained, and the wheel turning interval has been extended by 1.5 times.

キーワード：焼結合金制輪子、踏面凹摩、擬似フランジ、車輪削正

Keyword: sintered metal brake shoe, concave wear, imitative flange, wheel turning

## 1. まえがき

鉄道車両の踏面ブレーキ用の制輪子としては鋳鉄系、レジン系、そして焼結合金が主な種類として知られている。ディーゼル車は鋳鉄系、電車はレジン系、積雪地方用には焼結が一部使われてきたが、この焼結合金制輪子は摩擦特性に優れることから新形式車両に採用されることが多くなってきた。しかしこの制輪子は車輪踏面に対する攻撃性が非常に大きく、踏面の中央部だけを削り取ってしまう結果、擬似フランジが発生して分岐通過時に軌道を傷める不具合がある。この状況を図1、図2に示す。車輪の踏面形状は車両の安定走行にとって重要であるため、踏面形状が崩れると定期的に車輪削正を行って正規の踏面形状を維持してきた。この車輪削正作業は大手の事業者の場合は車両が在姿のまま作業が出来る在姿フライス装置を所有しており1日あれば1両8輪の削正作業は行えるが、中小事業者、特に第三セクターの場合は輪軸単体の状態で車輪旋盤を備えた別工場に搬入の上、削正作業を実施している。そのため車輪削正の度に台車抜き、輪軸抜きの付帯作業が発生し多額の費用が掛かっている。保守費用としての車輪削正の費用を削減する上では擬似フランジの発生を抑え、削正周期をどこまで延長できるかが鍵になる。今回、焼結合金制輪子を構成する摩擦材ブロックを傾斜させて、車輪踏面幅一杯に摺動面が生じるようにした傾斜ブロック式焼結合金制輪子を試作し、予備試験を経て実車による長期耐久試験を実施した結果、擬似フランジの発生を遅らせ、車輪の削正周期を従来の1.5倍である15万kmまで延長できることが確かめられた。

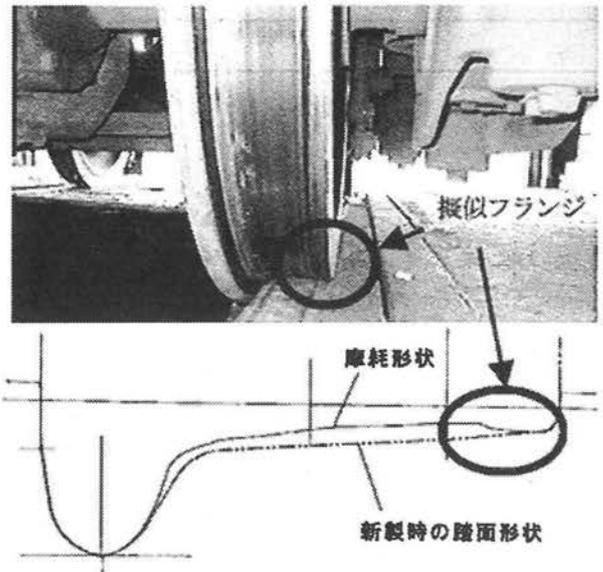


図1 車輪の凹摩状況

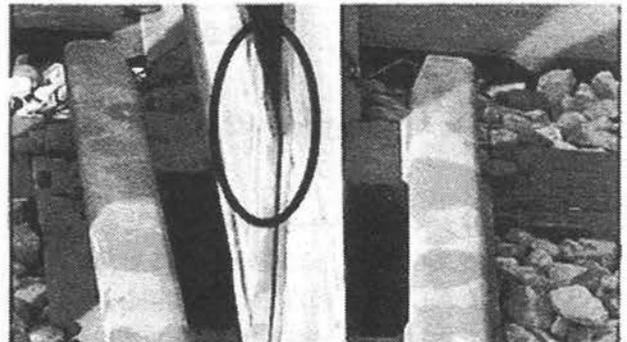


図2 分岐レールの損傷

## 2. 開発した傾斜ブロック式焼結合金制輪子の構造

従来の焼結合金制輪子を図3に示す。金属製の補強板とともに銅を主成分にした数種類の金属粉末を焼き固めて摩擦材ブロックを構成し、この摩擦材ブロックを金属製の台金に上下2個溶接取り付けして出来上がっている。この制輪子は他の鑄鉄系やレジン系と同様に幅は75mmであり、車輪踏面全体はカバーしていない。一方傾斜ブロック式焼結合金制輪子は上下2個の摩擦材ブロックを台金に溶接する際にハの字のように傾斜させて取り付け、車輪踏面幅全体をカバーするように構成したものとなっている。図4に従来の焼結合金制輪子と傾斜ブロック式焼結合金制輪子の比較を示す。

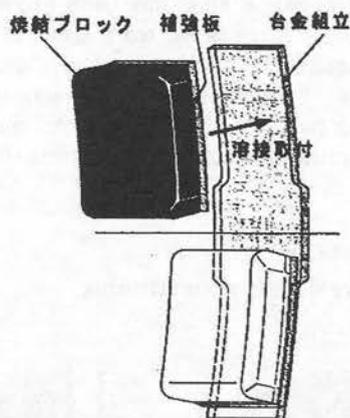


図3 焼結合金制輪子の構造

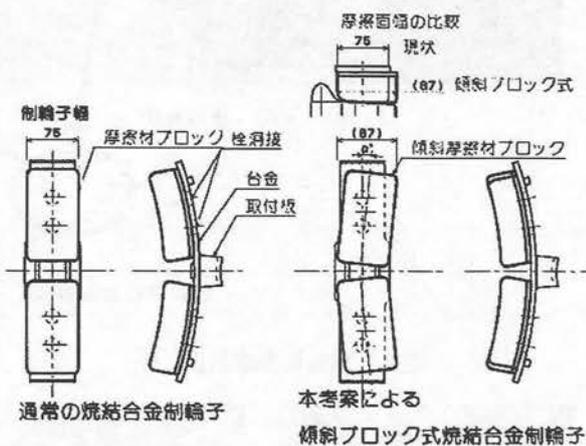


図4 従来型と傾斜式の比較

この摩擦材ブロックの焼結合金型は従来のものと同一であり、また摩擦面も従来の制輪子と同じ面積であり部品質量の増加が無い。ただし台金と補強板はともに同心円弧状形状になっているため、相互に傾斜させることで板同志が密着せず、わずかに隙間が空くことになり、正常な溶接が出来

ないことが懸念された。したがって制輪子の摩耗限度まで繰り返されるブレーキ摩擦力にこの溶接ビードが持ち堪えられることと、摩擦材を傾斜させたことによって摩擦特性の変化や異音の発生、ブレーキ部品の予期しない異常摩耗がないことが開発のポイントになった。図5に試作した傾斜ブロック式焼結合金制輪子を示す。

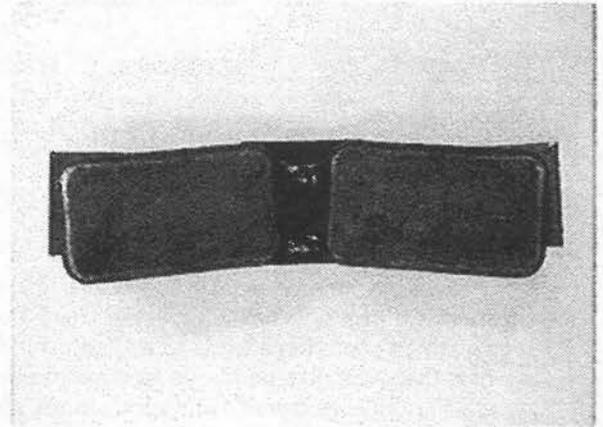


図5 試作制輪子

## 3. 試験の概要

制輪子が破損して落した場合には直接レール上に落下するため、車輪が乗り上げて脱線に至るような最悪の事態も考えられる。すなわち制輪子はブレーキ装置の要であり保安部品であるため試験は段階を踏んで慎重に行った。以下実施した予備試験及び本線試験の経過と試験結果を示す。

### (1) ダイナモ試験機によるベンチテスト

JIS-E7501 や JIS-E4309 にも規定された制輪子の性能試験に準拠して、ダイナモ試験機によるベンチテストを行った。これは実車に合わせて、回転させた模擬車輪に試験制輪子押し付けて摩擦特性を測定するもので、制輪子の摩耗状況によって摩擦面積が多少変化するため、制輪子は新品状態、中間摩耗、限度摩耗の3種類を準備し、さらに乾燥状態と散水状態の各条件のもと、ブレーキ初速度も規定にあわせて何段階かの試験を実施した。試験の結果はいずれの条件でも従来タイプの焼結合金制輪子と同じ特性であった。なおこの試験は製造を担当した曙ブレーキ工業の工場内で実施した。

### (2) 疲労強度試験による溶接ビード評価

最も心配された溶接ビード部の強度試験は日本車輛豊川工場内の台車試験場に専用の試験装置を準備して耐久試験を実施した。試験装置の概要を図6に示す。この装置の中で、模擬車輪は鉄道事業者から譲り受けた中古車輪の一部切断して使用し、制輪子頭と制輪子コックも鉄道事業者からの発生品を有効利用している。実車試験が予定されたモオカ14型のディーゼルカーを想定し、満員状態の最大のブレーキ押し付け力で模擬車輪に制輪子押し付けながら、模擬車輪を低速で往復摺動させて溶接ビードに最大せん断応力を繰り返し発生させる試験を行った。真岡鉄道殿での車両運用を考慮し、一日の走行距離と路線上での各駅で三回

ずつの非常ブレーキを毎回作動させる設定で、繰り返し目標を30万回とした。試験結果は137万回まで実施し、溶接ビード部に異常はなく、制輪子も再使用可能だった。

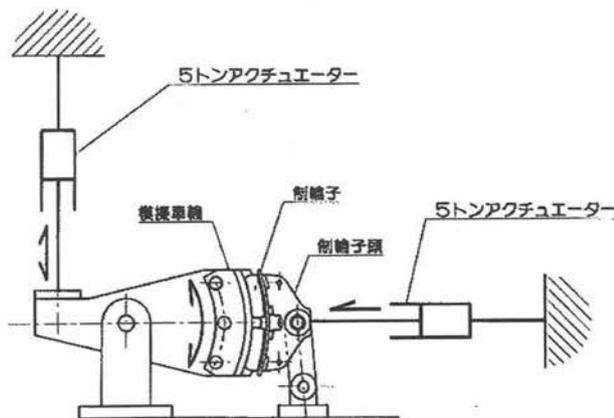


図6 疲労強度試験装置

### (3) 試験車両における制動試験

真岡鉄道殿に試験車両(モオカ14型; 図7)を提供いただき、真岡線での走行試験を実施した。熱電対による温度上昇、CCDカメラによる挙動監視、マイクロフォンによる異音モニターをしながら通常の公式試運転と同様に最高速度からの非常ブレーキ試験を実施し、従来タイプの制輪子と何ら変化は無かった。この試験は真岡鉄道の真岡~茂木間の一往復で実施した。



図7 モオカ14型

### (4) 営業車を使った長期耐久試験

以上の予備試験の結果は順調であり問題がなかったため、真岡鉄道殿提供の営業車にて長期の耐久試験に入った。新製車両の投入時期に合わせ、モオカ14-8号車を試験車両に指定し、'06-12月から傾斜ブロック式焼結合金制輪子を全箇所取り付け通常運用に入った。営業開始直後は1ヶ月ごとに現車調査、状況が安定してきてからは3ヶ月ごとに現車調査を行い、車輪踏面形状記録、制輪子摩擦面観察、時には車輪踏面と制輪子台金の非破壊検査を実施した。現車調査の状況を図-8に示す。試験は'08-7月まで継続し、走行期間は18ヶ月、走行距離は約15万kmを記録した。

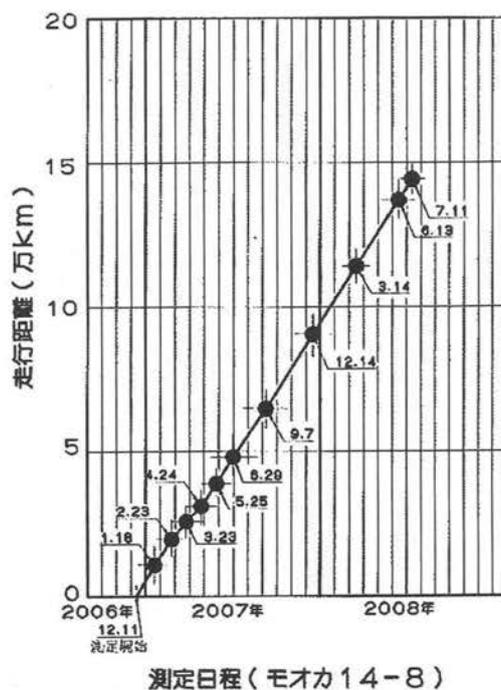


図8 現車調査の状況

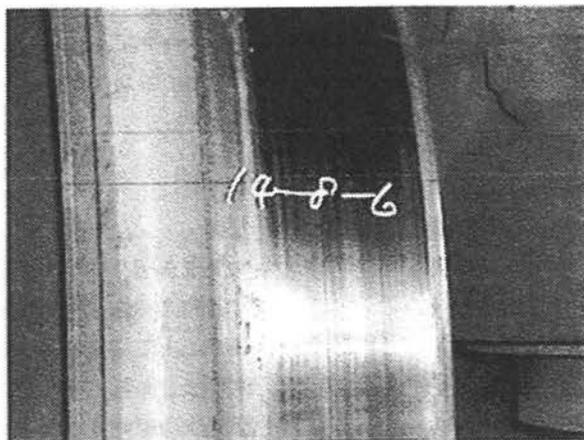


図9 約15万km走行後の車輪踏面状況



図10 約15万km走行後の制輪子状況

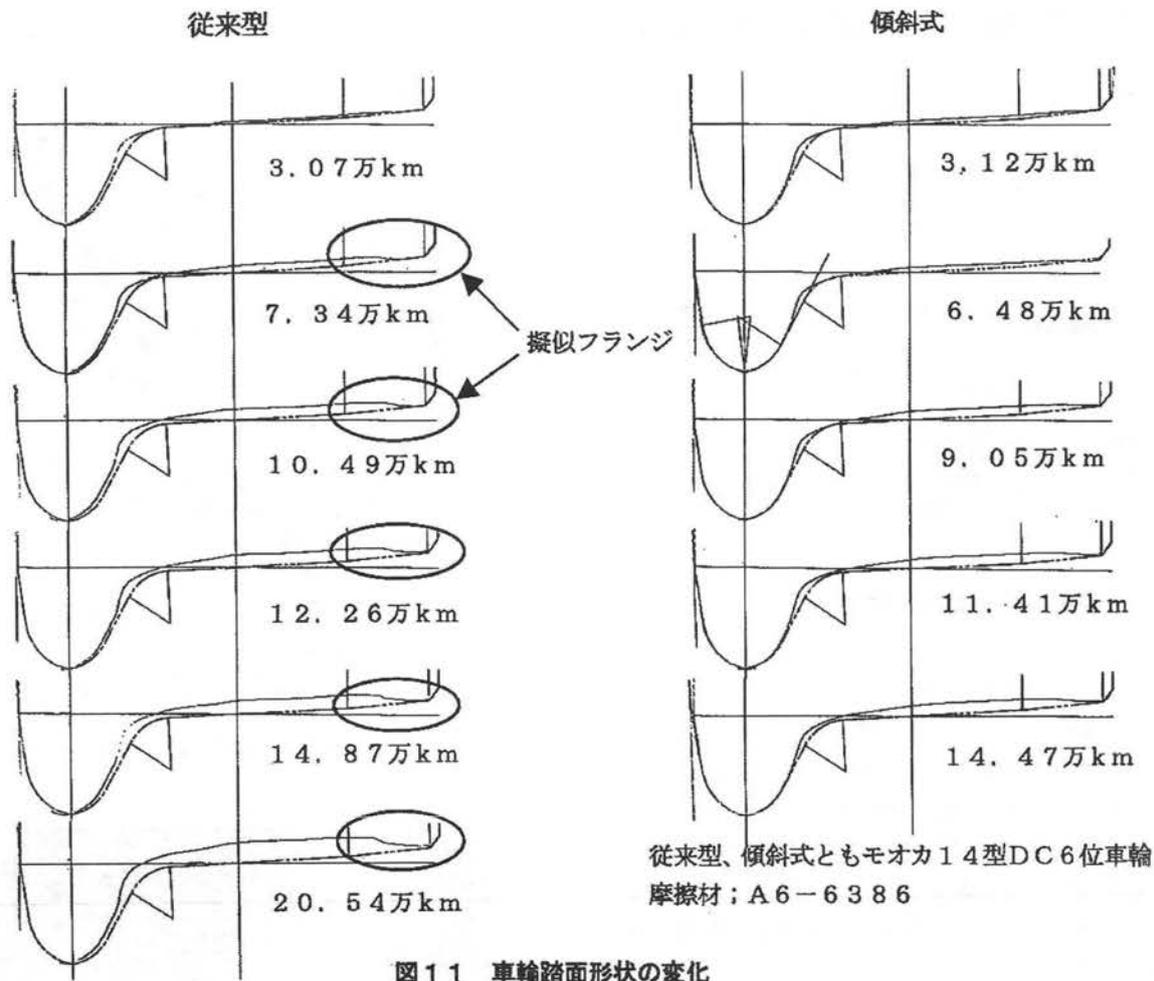


図11 車輪踏面形状の変化

#### 4. 試験結果

14.47万km走行後の車輪状況を図9に、また制輪子の状況を図10に示す。また定期的実施した車輪踏面形状の変化を図11に示す。比較のために従来タイプの焼結合金制輪子もあわせて示す。車両はどちらもモオカ14型ディーゼルカーであり運用も真岡鉄道線内を往復しており、制輪子の摩擦材も同じで、比較部位も同じ6位の車輪を示している。従来タイプは走行距離が6万km付近で早くも擬似フランジの兆候が見られていたが、傾斜ブロック式では全く見られなかった。約15万km走行後はわずかに擬似フランジが見られたが、走行に支障するレベルではなかった。

#### 5. まとめ

車輪の凹摩により擬似フランジが発生しやすかった焼結合金制輪子において摩擦材ブロックを傾斜させて配置させ、車輪踏面全体に接するようにすることで、擬似フランジの発生を1.5倍以上延長することが出来た。それに伴い車輪削正に伴う保守費用を低減することが出来る。この制輪子は摩擦材の変更がないため車両の改造が不要であり、また台車に取り付ける場合の取り付け方法は完全な互換性があり、ただちに従来タイプから交換できる手軽さがある。

#### 6. あとがき

ディーゼルカーには铸铁制輪子を使用と言うのがごく一般的であった時代から、最近ではユニットブレーキを装備したボルスタレス台車にマッチした焼結合金制輪子を採用した車両への移行例が全国に多く見られるようになった。それとともに車輪踏面の凹摩が問題になっており、この傾斜ブロック式制輪子は全国のディーゼルカーを使用している事業者役に役立つものと期待している。さらには同様に焼結合金を使っている電車も全国的に多くなってきており当然ながら展開は可能と考えている。

このため、この傾斜ブロック式焼結合金制輪子が広く全国で使われるためにも適用できる車両には自由に供給できる体制を考えている。真岡鉄道殿ではこの傾斜ブロック式焼結合金制輪子の正式採用が決まっており、車輪削正が終了した号車から順次取り付けが始まっている。最後に今回の営業車を使った長期の耐久試験に際し、真岡鉄道殿本社ならびに運転課及び、検修区の方々には車両の提供や定期的な調査で、大変なお世話になったことを挙げておきたい。