

鉄道一般
車両
軌道
構造物
防災
電力
信号通信 情報
材料
環境
人間科学
浮上式鉄道

レール削正の 品質と効率の向上を目指す

レールのシェリング損傷の抑制や波状摩耗の除去のために、レールを砥石で研削加工する「レール削正」が行われています。レール削正では、レールに形成される加工痕に起因する転動音の減少や、限られた時間内でより長い距離を削正することが求められます。これまで、削正方法についての検討が行われてきましたが、砥石そのものの検討は行われていませんでした。そこで、これらの課題に対応できるレール削正砥石を開発しました。

レール削正

レール／車輪の繰返し転がり接触疲労に起因して発生するシェリング損傷の抑制（疲労層除去）や、レール頭頂面が列車進行方向に一定波長で摩耗することによって発生する転動騒音の抑制（波状摩耗除去）のために、レール頭頂面を砥石で研削加工する「レール削正」が行われています。レール削正を行う専用車（削正車と呼ばれます（図1））によるレール削正では、円筒形状の専用砥石（図2）を削正車に複数取付け、高速回転させてレールに押し付けレール頭頂面を研削加工します。レール削正は、削正対象の区間を削正車が数回往復（往復の回数を削正パス数と言います）して研削加工を行います。

レール削正では、レール頭頂面に形成される加工痕（削正痕と呼ばれます）に起因して、削正直後に列車通過時の転動音が大きくなってしまおうという課題があります。また、夜間の限られた時間内に施工されることから、なるべく削正する距離を長くすることなどが求められています。すなわち、レール削正の品質と効率の向上が求められ

ます。削正されたレールの頭頂面の外観の例を図3に示します。レール頭頂面には、砥石による削正痕が形成されています。この削正痕の程度を小さく抑え、かつ加工による研削量（削正量と呼びます）を増やすことができれば、レール削正に対する課題が解決されることとなります。これまでは、その対処方法として、削正車の移動速度を調節することで削正痕の周期を変えて転動音の低減を図ること¹⁾や、砥石をレールに押付ける角度や削正パス数などの削正方法を改良し、作業効率向上を図ること²⁾などが検討されてきましたが、砥石そのものについての検討は行われていませんでした。そこで、レール削正の品質と効率の向上を狙ったレール削正砥石の開発に取り組みました。本稿では開発した砥石を紹介します。

砥石の性能

砥石は、高速回転しながら多くの砥粒が連続的に被削正物（本件の場合はレール）を研削加工する工具です。砥粒は、加工作業が進むに従って摩滅や脱落しながら、常に新しい砥粒によっ



兼松 義一
Yoshikazu Kanematsu
材料技術研究部
摩擦材料研究室
研究員
[専門分野] レール・軌道材料



佐藤 幸雄
Yukio Sato
材料技術研究部
摩擦材料研究室
主任研究員
[専門分野] レール・軌道材料



小木曾 清高
Kiyotaka Ogi
軌道技術研究部
軌道管理研究室
研究員
[専門分野] 軌道変位管理、走行安全性評価



北川 敏樹
Toshiki Kitagawa
環境工学研究部
騒音解析研究室
主任研究員
[専門分野] 鉄道騒音



辻江 正裕
Masahiro Tsujie
鉄道力学研究部
軌道力学研究室
副主任研究員
[専門分野] 破壊力学、ルチポディダイナミクス



図1 レール削正車

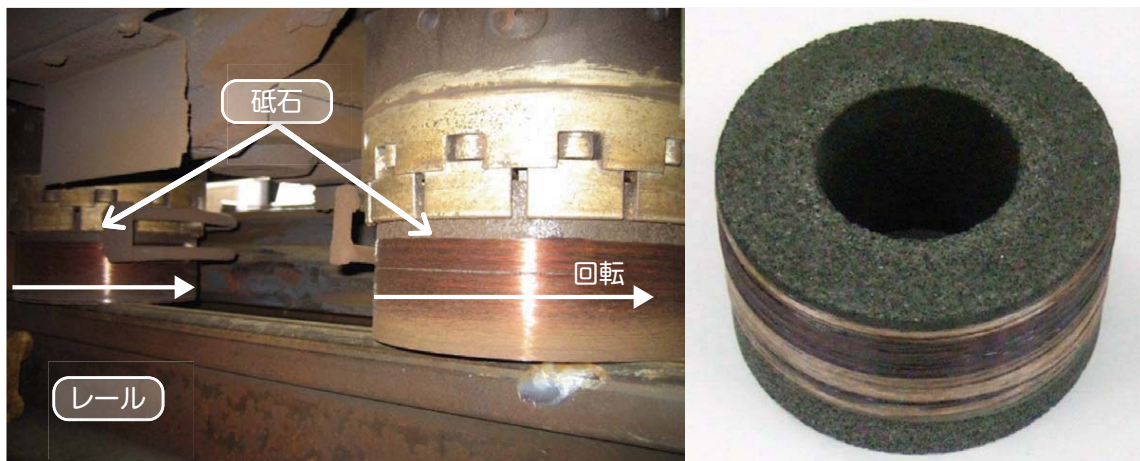


図2 レール削正用砥石(右)と削正状況(左)

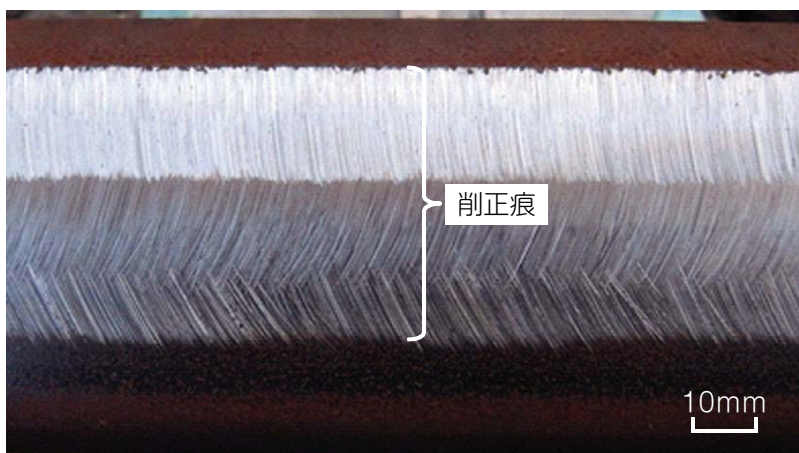


図3 レール削正が行われた直後のレール頭頂面の外観写真

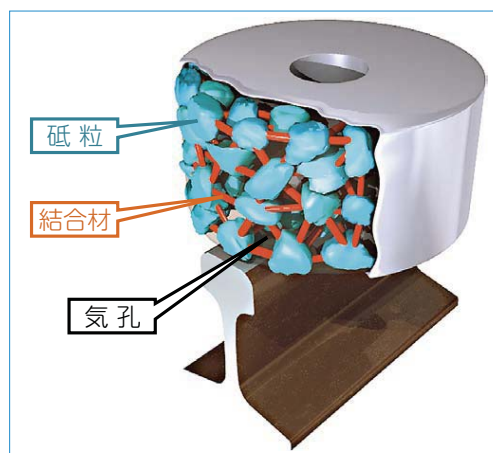


図4 砥石の構成の模式図

て被削正物を加工する特徴(自生作用と言います)を持ちます。図4に砥石の構成の模式図を示します。砥石の性能は、砥粒(種類と大きさ)、結合材お

よび気孔の三要素で決定されます。この三要素を適宜調節することで、加工の目的に適した砥石の性能を調節することができます。

砥石の開発

開発ではまず現在使われている砥石(以下、現用砥石)の砥粒の種類、粒度、結合度などを分析し、現用砥石と

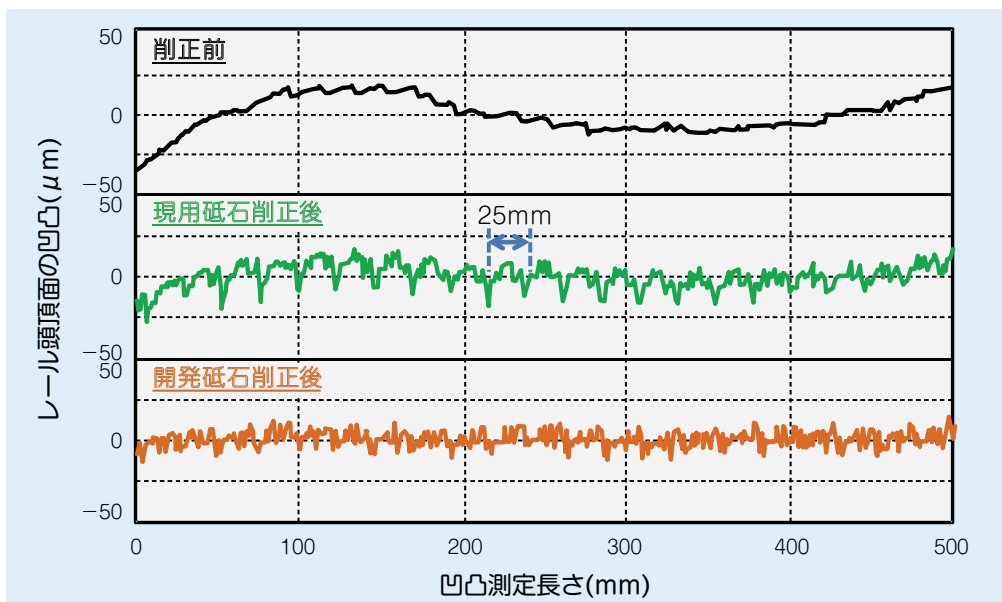


図5 レール削正前後のレール頭頂面の凹凸

同等性能を持つと考えられる砥石を試作しました。次にその砥石を基準として、砥粒の種類、粒度、結合度が異なる砥石を数種類試作しました。ここで、粒度とは、砥粒の大きさを表し、粒度が大きいと単一砥粒あたりの仕事量が大きくなるため削正量は増えますが、削正面の平滑さは悪くなる（削正痕は粗くなる）傾向にあります。また、結合度とは、砥石の硬さを表しています。砥石が硬いほど、砥石の摩滅が起きにくいため砥石の寿命は延びる傾向にあります。砥粒が脱落しづらく、目詰まりによって削正量が減る場合があります。数種類の試作砥石について、模擬削正試験や削正車に取り付けての試験的なレール削正などのスクリーニングテストを経て、レール削正の品質と

効率の向上が期待できる砥石を選びました。この選ばれた砥石は、砥石を構成する2種類の砥粒の配合率を変え、砥粒の大きさをより大きくすることで削正効率の向上を図り、また結合剤の種類を変更し、砥粒の自生作用を促進させることで削正痕の低減を図りました。この砥石（以下、開発砥石）と現用砥石との削正性能比較を行うため、実際のレール削正車に取り付けて、レール削正を行いました。

削正性能の確認試験

開発砥石と現用砥石の削正性能を比較するために、それぞれを削正車に搭載し、実線路でレール削正を行いました。削正区間の選定では、軌道条件およびレール頭部形状（摩耗状況）など

を一致させるために直線区間とし、開発砥石と現用砥石で削正する区間は隣接する区間としました。削正車は、砥石を16個（そのうち、ゲージコーナ部を削正することに特化した砥石が4個）装着できる形式のものです。また、削正時の砥石を回転させるモーターへの供給電流値や、削正パス数、削正車の移動速度などの削正条件は通常の疲労層除去のレール削正時の条件のままとしました。

図5にレール削正前後のレール頭頂面の長手方向の凹凸を示します。現用砥石では、約25mm間隔で周期的に深く削れている箇所が確認できますが、開発砥石ではその程度が小さく抑えられていることがわかります。また、レール削正後に列車通過時の騒音を測定し

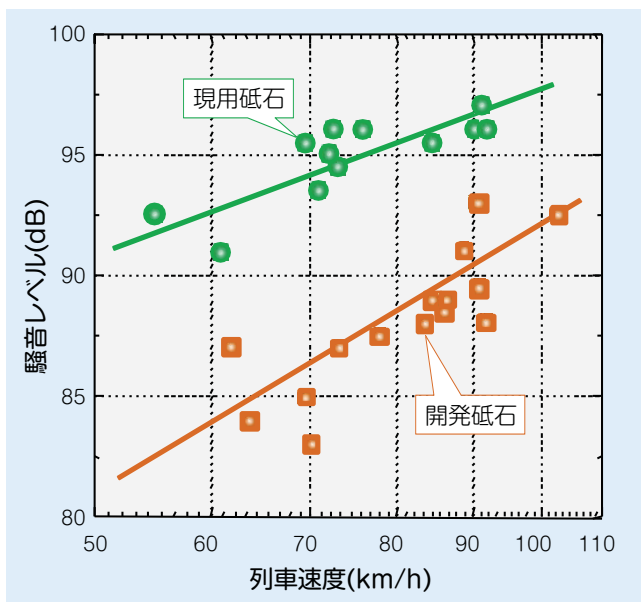


図6 レール削正後の騒音レベルの比較
(測定点：軌道中心から2m離れ)

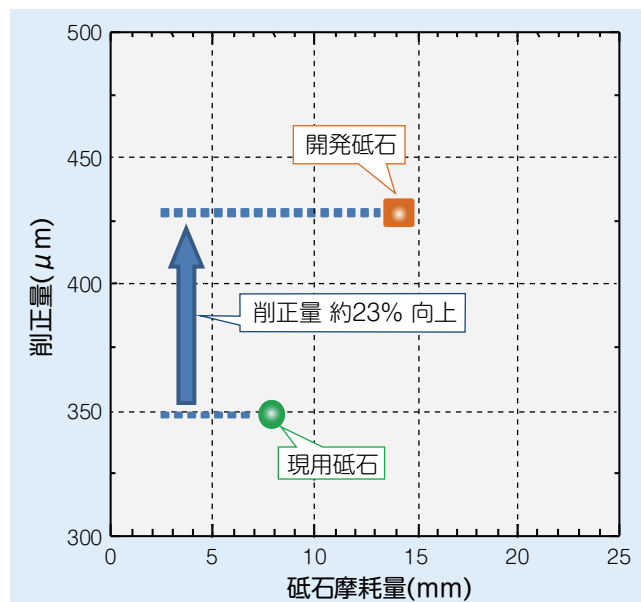


図7 レール削正量の比較

ました。騒音の測定は、軌道中心から2m離れた位置、レール頭頂面から0.4m高さの位置で測定しました。図6は列車(付随車)が通過した際の騒音レベルを示しています。開発砥石で削正されたレール上を列車が通過する際の騒音レベルは、現用砥石で削正されたものよりも低く抑えられていることを確認しました。電動車通過時の主な音源は、転動音に加えて主電動機ファン音で構成されますが、付随車からの騒音は主に転動音で構成されます。そのため、今回の結果はレール頭頂面の凹凸状態(削正痕)による違いにより発生する転動音が異なることを示しています。また、レール頭頂面の幅中心位置で評価した削正量は、開発砥石は現用砥石に比べて約23%向上しました

(図7)。ただし、砥石の減量は開発砥石の方が大きく、砥石寿命が短くなりますが、これは砥石の性能を向上させるために自生作用を促進させた結果です。これらの結果より、開発砥石は削正品質と削正効率の向上を両立した砥石であると判断できました。

おわりに

レール削正は、疲労層除去によるレール寿命延伸や波状摩耗除去に貢献していることから、そのニーズは一層高まっています。本稿では、レール削正の課題であるレール削正後の削正痕に起因した転動音の減少と、同一削正条件下でも現用砥石よりも削正量が多くなることを狙ったレール削正用砥石の開発について紹介しました。なお、

レール削正の諸条件が変更された場合は、開発砥石の削正性能が本開発での削正性能の確認試験の結果と異なる可能性もあるため、保守基地等で削正品質の検証を行う必要があります。[RRR]

文献

- 1) 瀧川光伸ら：在来線レール削正による転動音変化の分析，土木学会第61回年次学術講演会論文集，2006
- 2) 山田知宏：効果的な在来線レール削正方法の一考察，新線路，2005.10