

JSCM-1-1. レール削正支援システムを利用したレール削正

畑下 修司, ○仲尾 浩, 高田 憲一, 上田 光男, [機] 番匠谷 隆 (近畿日本鉄道 (株))

Rail Grinding utilized the "Rail Grinding Support System"

Shuji Hatashita, Hiroshi Nakao, Kenichi Takada, Mitsuo Ueda,
Takashi Banshotani (Kintetsu Corporation)

Abstract

The planning of rail grinding depended on the experience and instinct of skillful operator, therefore there were some cases to grind too much, or to grind too little, or not to improve the attack of wheel and rail. In order to solve these problems, we developed the "Rail Grinding Support System" which supports planning of rail grinding, and began to use this system in earnest in 2003. As a result, we have become to be able to plan rail grinding efficiently. In this paper, we report the effect of using this system.

キーワード: レール削正、コンピュータシミュレーション、測定装置

Key words: Rail grinding, Computer simulation, Measurement equipment

1. はじめに

レールの延命化や列車走行騒音、振動の低減を目指したレール削正は定着してきたが、その作業計画の策定においては、これまではそのほとんどを熟練オペレータの経験と勘に頼っていた。そのため、レール断面形状を確認してみると、部分的な削りすぎやレール劣化部分の削り不足、車輪との接触状態があまり改善されないケースもいくつか存在していた。このような問題を解決するため、平成 13 年度から『レール削正支援システム』の開発に着手し、多くの実験、検証を経て、平成 15 年度からは本格的にシステムの利用を開始した。本稿では、本システムを利用したレール削正計画策定方法と、システム利用の成果について報告する。

2. レール削正支援システムを利用したレール削正

<2.1> レール削正支援システム

レール削正支援システムは、レール断面形状測定装置によって計測したレール断面データをもとに、コンピュータ上でレール削正をシミュレートすることによって、所望するレール断面形状に削正するための手順を提案するシステムである^{1), 2)}。除去すべき疲労層深さや要求するレール断面形状を与えてやれば、現状のレール形状や可能な削正パス数を考慮して、削正目標とするレール断面形状を決定し、

最適と思われる削正パス数と、パス毎の砥石角度および押し付け圧力などが求められる。これにより効率的で、精度の高い仕上げが可能となる。

<2.2> システム利用によるレール削正計画立案

(1) レール削正計画

削正に先立ち、キシミ割れ、波状摩耗、溶接落ち、偏摩耗等の確認をするために現地調査を行う。作業時間等を考慮して 1 晩の作業延長を決め、区間内の代表的な箇所ではレール断面形状測定装置を用いて左右レールの断面形状を測定する。これら計測された断面形状データをシステムに入力し、最適な削正パターンを得る。通過トン数が異なるレールが混在し、敷設線形が異なり、更にレールの損傷具合が異なるような、現場のレール断面が作業計画区間内で測定場所により大きく変化する場合には、それぞれの代表断面を測定して、それぞれの削正パターンを求める。しかしながら、実際の削正作業では削正パターンを複雑に変更することはできないので、それぞれ異なる条件で求めた最適削正パターンを、他方の区間に適用できるかのシミュレーションを行い、共通に適用しても最も問題が少ない削正パターンを採用している。

(2) 立案断面の評価

本システムでは、レールと車輪が 2 点 (車輪踏面とフランジ) で接触した場合の接触点の位置により、レール踏面形状を評価している。フランジ側の接点位置が低すぎると安定性が低下するので、脱線等の危険性が高くなる。そのため、この位置が削正によって、できる限り新品レールと

同じ高さに戻すような断面形状にすることを目指している。また、踏面側の接触点は著しくフィールドコーナー側に寄らない形状になっていることを確認している。

(3) 削正後の検証

削正作業後には、探傷車や削正車の検測チャートで波状摩耗の除去量等を確認するとともに、キシミ割れ、溶接落ち等が除去されたかどうかを現場確認している。その後、レール断面形状測定装置を用いて、削正後のレール断面を測定し、シミュレートしたレール断面形状と比較して再現性の検証を行っている。また、削正後の実際のレール断面形状と車輪との接触状態が、削正前に比べて改善されたかどうかの検証も行っている。

3. レール削正支援の事例

<3.1> 継目落ち除去削正の事例

ロングレールにおける継目落ちの除去は、レール削正の目的の中で比較的多い部類に入る。こうした目的での削正の場合、事前にレール探傷車に装備するレール凹凸測定装置の検測チャートで、その区間にある最大落ち込み深さを把握して削り量を決定することによって、全体を平滑にしている。これまでの削正計画においては表層を削り取る深さが定量的に把握できなかったためオペレータの勘に頼っていたが、本システムにより削り取る深さを定量的に把握できるようになったので、削りすぎることなく継目落ちを除去することが可能となった。継目落ち除去を目的に削正した事例を以下に示す。

当該区間は曲線半径 $R=2012\text{m}$ のロングレール、積算通トンが 1.72 億トン、左右ともに溶接継目の継目落ちが目立っていた区間である。この継目落ちを解消し、併せてレールの踏面形状を新品に近い形に戻すことを目的としてレール削正を計画した。図1に削正前後の削正車による検測チャート(左レールのみ)を示す。削正前には 25m おきに 0.2~0.4mm の落ち込み箇所があることが読み取れ、溶接継目の継目落ちが発生していることがわかる。この継目落ちを除去するために、図2に示すように頭頂部を 0.39mm 削り込み、かなり新品形状に近い形を削正目標断面として削正計画を策定した。その計画に従い削正作業実施した結果、継目落ちの修正程度によって、通常よりパス数が多くなることがあるが、図1の削正後のチャートに示すように、継目落ちはほとんど解消され、滑らかな形状に削正されたことが確認できた。

<3.2> きしみ割れ除去削正の事例

きしみ割れレールやシェリングの除去もレール削正の目的としてはかなり多い。傷が深くならない初期のうちに削正によって除去することが望ましいが、現状ではかなり傷が進行してから削正するケースが多い。きしみ割れやシェリングの場合、傷の深さを直接計測することができないので、表面から傷の状態や探傷データによりその深さの見当をつけて、傷が入り込んでいると推定される深さまでレール

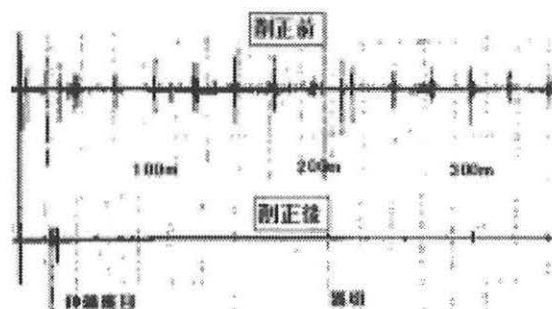


図1 削正車の検測チャート

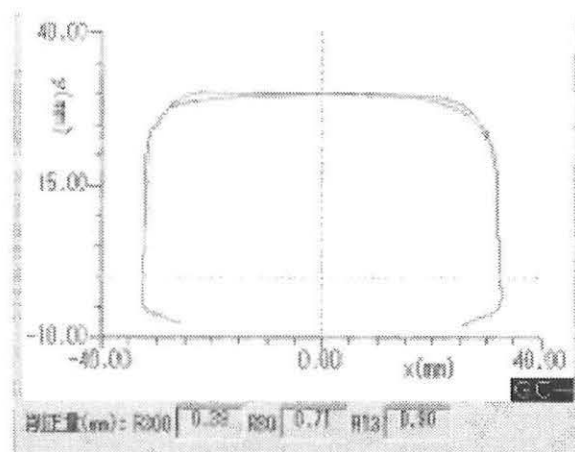


図2 レール削正目標断面

ルを削り込むように目標断面を計画する。きしみ割れの場合、ゲージコーナーの頭頂面から 5mm 以下を削正することになるので、低速域での乗り上がり脱線等の無いよう、車輪(特にフランジ角度)との接触を十分考慮した削正パターンが重要である。

かなり進行したきしみ割れ除去を目的とした削正事例を以下に示す。

当該区間は曲線半径 $R=1200\text{m}$ のロングレール、積算通トンが 1.04 億トンで、右レールのゲージコーナーにきしみ割れが発生していた区間である。レール削正前後のレールの状況写真を図3に示す。削正前の写真を見るとかなりきしみ割れが進行した状態であることがわかる。外観調査の結果、きしみ割れ深さは 0.7mm 程度と推定されたことから、図4に示すようにゲージコーナー付近で 0.75~0.8mm 程度削り込むような削正目標断面を設定して、車輪との接触を考慮する削正計画を策定した。その結果、26 パスと通常よりパス数が 2 割程度多くなり、削正延長を通常より 3 割程度短い 340m に縮小して対応した。その計画に従い削正作業を実施した結果、図3の削正後の写真のようにきしみ割れによる傷は完全に除去され、車輪との接触も図5に示すように、良好なレール踏面に復元できた。

<3.3> 仕上がり形状を向上させた事例

線形が同じであっても敷設場所の状況によってレールの摩耗の仕方は微妙に異なる。従来のレール削正計画の策定においても、常に決まった削正パターンを適用しており、

必ずしも現場の状況を十分に反映した削正パターンができていない状況であった。本システムにおいては現状のレール形状を計測して、それに応じたレール削正計画を策定するため、より好ましい形状を計画することが可能となる。

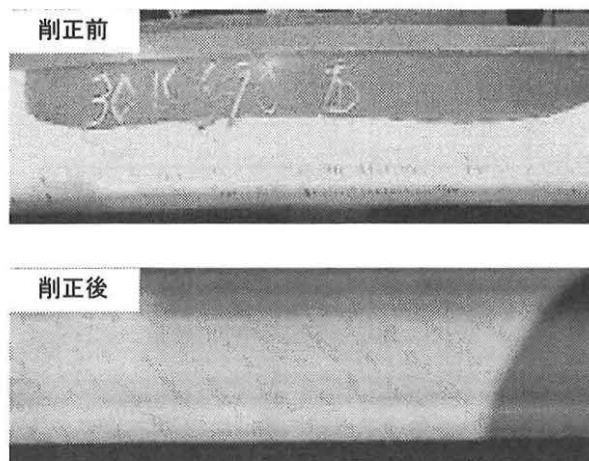


図3 きしみ割れ箇所のレール削正前後

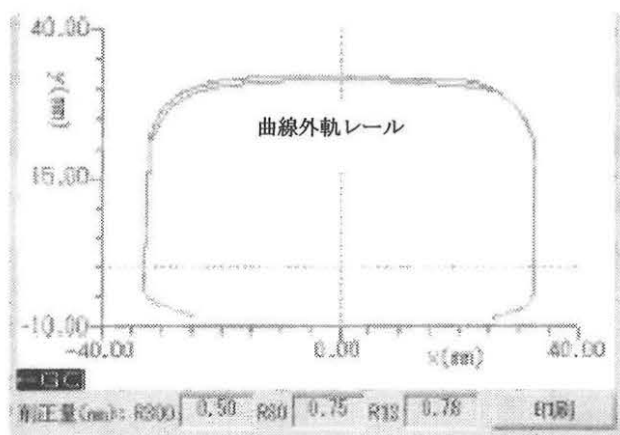


図4 レール削正目標断面

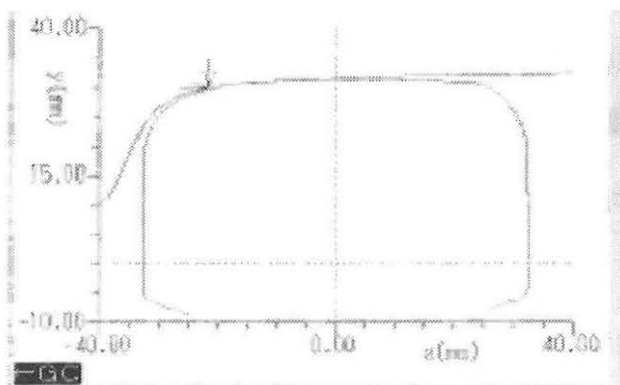


図5 削正後の車輪との接触状況

現場のレール摩耗状況に応じた削正を行い、レール断面形状を軌道管理上、より好ましい形状に仕上げることであった事例を以下に示す。

当該区間は曲線半径 $R=805\text{m}$ のロングレール、積算通トンが 2.7 億トンで、平成 8 年 1 月に一度レール削正をした実績がある区間である。今回は外軌レールきしみ割れの除去、内軌レールの溶接継目に発生している継目落ちの除去、レール断面形状の整正といった複数の目的をもってレール削正を計画した。

削正前のレール断面形状と 2 点接触時の車輪とレールの接触状況を図 6 に示す。この断面に、これまで通常適用していた削正パターンを適用した削正シミュレーション結果を図 7 に、システムを利用した最適計画断面を図 8 に示す。従来法では左右レールともにフランジ側の車輪とレールの接触点が下がり、脱線に対する安全度が低下することがわかる。また、踏面側の接触点もフィールドコーナー側に寄り過ぎる結果となり、あまり好ましいとは言えない。一方、システムを利用した最適計画断面では新品レールの接触位置に近い位置まで戻すことができ、管理上より好ましいレール断面形状となることがわかる。実際にこの断面を目標断面として削正計画を策定したところ 18 パスにおさまり、標準パターンの 20 パスより少ないパス数でより好ましいレール断面形状を実現することができた。

4. おわりに

本システムの開発によって、オペレータの負担が軽減されるとともに、オペレータの個人差なく常に精度の良い仕上がり状態が保証されるようになった。また、継目落ち除去、シェリング傷除去、疲労層除去や仕上がり形状確保など、レール削正のねらいを絞り込んだ目的志向の削正も可能となった。

本システムの本格的な現場への展開をはじめてまだ 1 年あまりであるが、現場担当者からは、シミュレーション精度の高さと仕上がり状態の良さに対して高い評価を得ている。今後も削正事例を積み重ね、効率的で高精度なレール削正計画を立案するためのツールとしてのレベルアップを図っていきたいと考えている。

最後に本システムの開発においてご協力いただいた各位にお礼を申し上げる。

参考文献

- 1) 尾崎, 上田, 仲尾, 番匠谷, 原: “レール削正支援システムの開発”, 鉄道技術連合シンポジウム(J-RAIL2002) pp55-58 (2003)
- 2) 高田, 仲尾: “近鉄におけるレール削正作業”, 日本鉄道施設協会誌第 41 巻第 8 号, pp594-597 (2003.8)

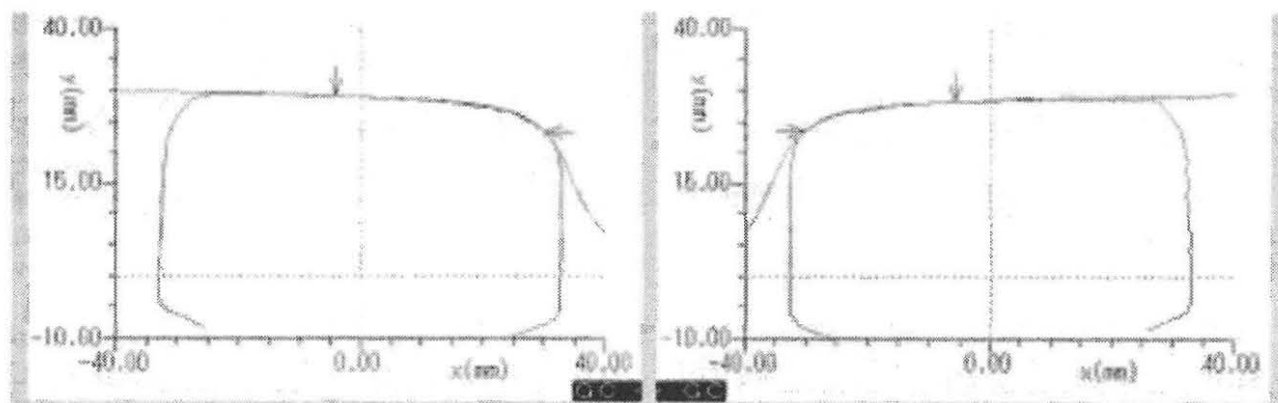


図6 削正前の車輪との接触状況

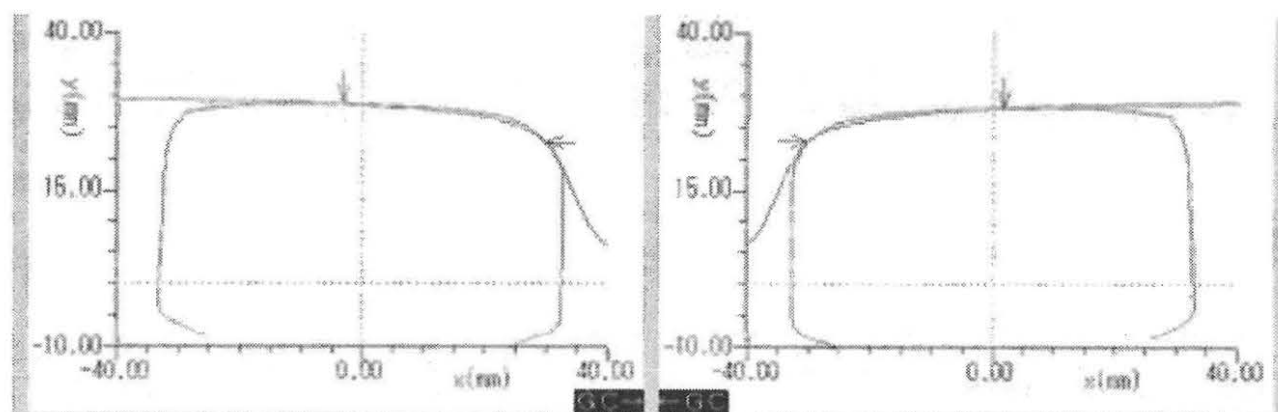


図7 従来法による削正と車輪の接触状態

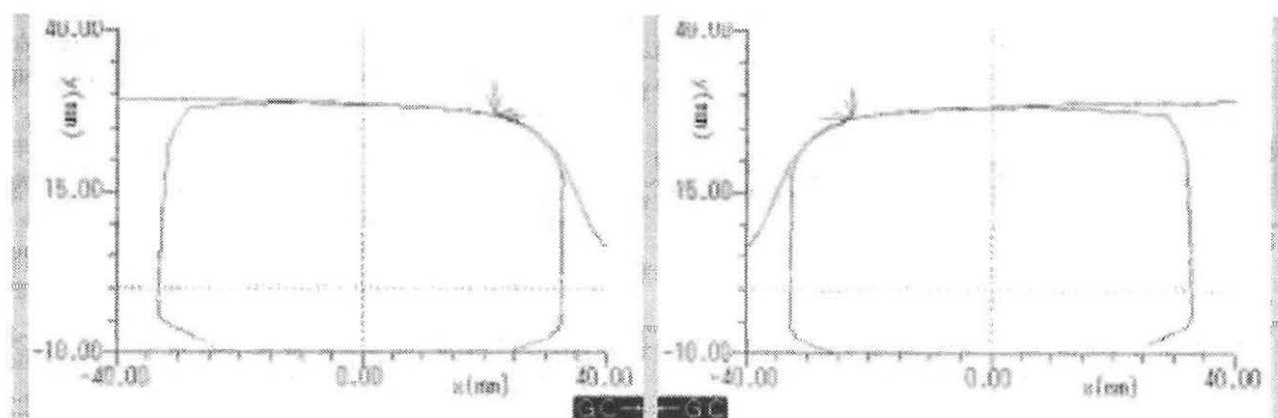


図8 システムを利用した削正と車輪との接触状態断面