

地域鉄道における軌道の保守を考える

古川 敦

軌道技術研究部(軌道管理 研究室長)



ふるかわ あつし

はじめに

地域鉄道では、設備の維持管理に要するコストと比べて運輸収入が十分とは言えず、要員および経費の不足によって保守に苦勞をしています。そもそもこのような路線では、設備の経年劣化が著しく、保守の苦勞に拍車をかけています。このような中でいかに安全を確保しつつ、効率よく設備を維持していくかは、幹線よりも高度な技術的判断が求められます。

ここでは軌道設備を対象に、地域鉄道における現状と、保守管理の上で考慮すべき事柄についてご紹介します。

軌道の現状

地域鉄道、特に民鉄や第三セクターは軌道設備の劣化が著しく、鉄道総研では様々な機会を通じて、軌道の状態の評価や維持管理に関する技術的な支援を行っています。それらの活動を通じてかいま見える、地域鉄道における軌道の現状は以下のとおりです。

(1) 軌道材料

軌道材料については、特に目立つものとして、以下の2点が挙げられます。

- ・木まくらぎの腐食
- ・道床噴泥、路盤噴泥



図1 締結部周辺が腐食したまくらぎ

図1は、犬くぎ周辺が腐食し、レール締結力が失われた木まくらぎの例です。このようなまくらぎが連続すると、列車走行時に横圧によって軌間が拡大し、車輪が軌間内に脱線する可能性が生じます。

これを防ぐために、数本に1本の割合でPCまくらぎを挿入することがあります。しかし路盤および道床状態が劣化していると、図2のようにPCまくらぎ周辺のバラストが流出したり、路盤噴泥が発生したりして、さらなる路盤および道床の劣化を招きます。まくらぎのPC化は単独で行うのではなく、路盤やバラストの改良と合わせて実施するのが肝要です。

一方、PCまくらぎ化されている場合であっても、埋込栓が劣化してボルトが欠落したり、軌道パッドが劣化して脱落したりする例が見られます。このような場合は木まくらぎの腐食と同様、まくらぎが軌間を保持できなくなります。これらは日頃の目視検査における留意点の一つです。

(2) 分岐器

地域鉄道の多くは単線であり、信号扱いのための要員を最小限とする必要があることから、行き違い駅の多くで発条転轍機(スプリングポイント)が用いられています。発条転轍機では、車輪フランジがトングレールと基本レール



図2 周辺の道床が流出したPCまくらぎ



図3 先端が損傷したトングレール

の間を押し広げながら走行するため、トングレール先端に亀裂や摩耗が生じやすくなります。図3は、損傷が発生したトングレールの例です。

発条転轍機がある駅では、反位側を背向で走行するように配線されます。この場合定位が分岐側である場合や両開きの分岐器では、図4に示すように損傷したトングレールに車輪フランジが乗り上がる可能性があります。分岐器の管理の上で注意を要する点です。

(3) 軌道変位

地域鉄道では、継目部や噴泥箇所などで、大きな軌道変位がしばしば発生します。軌道変位は材料の劣化と異なり、一目では善し悪しの判断が困難です。最近では、手押しの簡易な軌道検測装置が普及したため、従来よりも数値による判定が容易になりました。しかし経費などの制約もあり、著大な軌道変位の全てに保守が行き届いているわけではないのが実情です。

また、軌道検測の機械化に伴う新たな課題もあります。軌道検測車ほどではありませんが、軌道検測装置も安価なものではありません。したがって、多くの場合測定は外注されます。この場合、測定データの処理がブラックボックスとなってしまう、せっかくのデータを誤って解釈してしまうことがあります。データ処理上の注意点として、例えば以下の事項が挙げられます。

- ・ 通り、水準の基準線の除去方法

通り、水準の測定値には曲線が本来持っている成分が含まれています。この成分を測定値から取り除く方法がまずいと、軌道変位を過大あるいは過小評価する可能性があります。

- ・ 軌間、平面性の設計値の取り扱い

軌間、平面性は、その管理の目的から、スラックやカント逓減による設計値を含んだ値で管理する必要があります。

- ・ 測定データの数表化

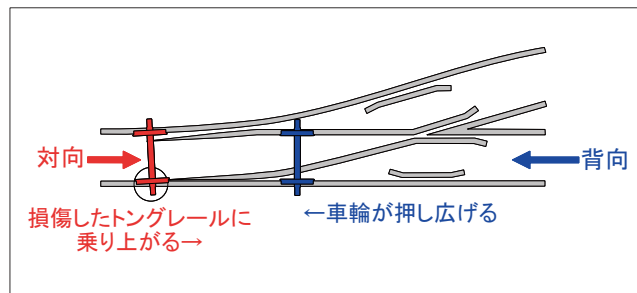


図4 スプリングポイントを用いた分岐器における走行方向と安全性

- ・ 直線側に背向で進入する際、車輪がトングレールを広げる
- ・ 分岐側に対向で進入する際、損傷したトングレールに乗り上がる危険がある。

手検測の時代と整合を取るため、測定したデータを例えば5m間隔で数値化して出力することがあります。この場合、真に軌道変位が大きい箇所を見逃してしまう可能性があります。

事故を防ぐために

保守に十分なコストがかけられないからといって、鉄道事業を運営する以上、事故を起こしてはなりません。こまめに軌道状態を確認していれば、なんらかの事故の予兆が目につくものです。しかし、そもそも事故はめったに起こるものではなく、在職中に自分の現場で脱線事故を2度以上経験する保線区員はめったにいません。「事故の予兆」といっても、それがどのようなものかを知るの、実は難しいことです。

一方で、地域鉄道は、軌道はバラスト軌道がほとんどであること、また車両も大手鉄道事業者の中古車両が用いられることが多いことから、これまでに無い新しい形態の事故が発生することはめったにありません。そこで、過去に発生し、原因などが公表された事故情報が、事故の予兆を知る参考となります。以下に、代表的な脱線事故の形態と、これを防ぐための管理側の要点を紹介します。

(1) 軌間内脱線

軌間内脱線とは、図5のように急曲線の内軌側車輪が軌間内に落下する形態の脱線で、締結装置周辺のまくらぎの

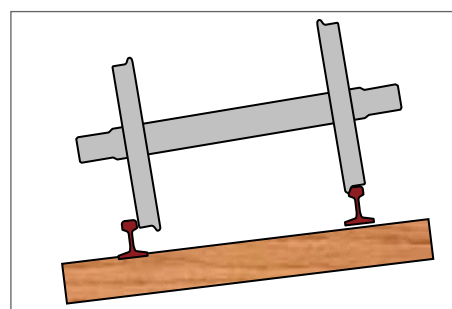


図5 軌間内脱線

劣化が第一の原因です。対策には大きく2点あります。

①構造面での対策

構造と費用の面からは、まくらぎの数本に1本をPCまくらぎとするのが有効です。ただし図2に示したように、道床や路盤の状態が健全ではないにも関わらず、まくらぎのみをPC化するのは噴泥などの副作用を招きます。これは、一般に木まくらぎよりもPCまくらぎの方が背が高いため、部分的にPCまくらぎ化するとPCまくらぎ下の道床厚が薄くなってしまうためです。最近では列車の運行密度が低い線区向けに、従来よりも背の低いPCまくらぎも開発されています。

②管理面での対策

軌間拡大が起こった箇所では、図1のような犬くぎ周辺の腐食のほか、レールやタイプレートのまくらぎへの食い込みや犬くぎの抜け上がりなど、動的な軌間変位の痕跡が見られます。脱線防止のためには、特に急曲線を中心に、日常の目視検査でこのような痕跡をとらえることが大事です。併せて、後述する軌間変位管理を確実にすることも重要です。

また、古くに建設された線区では、急曲線で最大25mmのスラックが設定されています。しかし、鉄道車両のほとんどが2軸車となった今日では、スラックは10mm程度までに縮小しても走行安全性には影響しません。軌間拡大による脱線に対する余裕を増すためには、スラックを順次縮小するのも有効です。

(2) 乗り上がり脱線

2000年に発生した営団地下鉄（当時）日比谷線中目黒駅での脱線事故以降、各種対策が進められた結果、乗り上がり脱線の発生件数は減少傾向にあります。しかしその後も2年に1件程度の頻度で、この種の脱線は発生しています。

乗り上がり脱線に影響する軌道側の主たる要因として、平面性変位および通り変位が挙げられます。特に注意すべきは、緩和曲線中における継目落ちと継目の角折れです。

地域鉄道の本線や都市間鉄道の側線に多い大正14年型分岐器は、リード曲線内にカントが設けられており、かつトングレールと基本レールの乗り移り部に角折れがあります。これは乗り上がり脱線に対し不利な形状です。このタイプの分岐器ではリード曲線内の継目の状態や平面性変位に注意を払うとともに、長期的には40kgNまたは50kgNレールの分岐器への置き換えが望ましいです。

(3) 分岐器での異線進入

トングレール先端が図3のように損傷を受けた場合や、

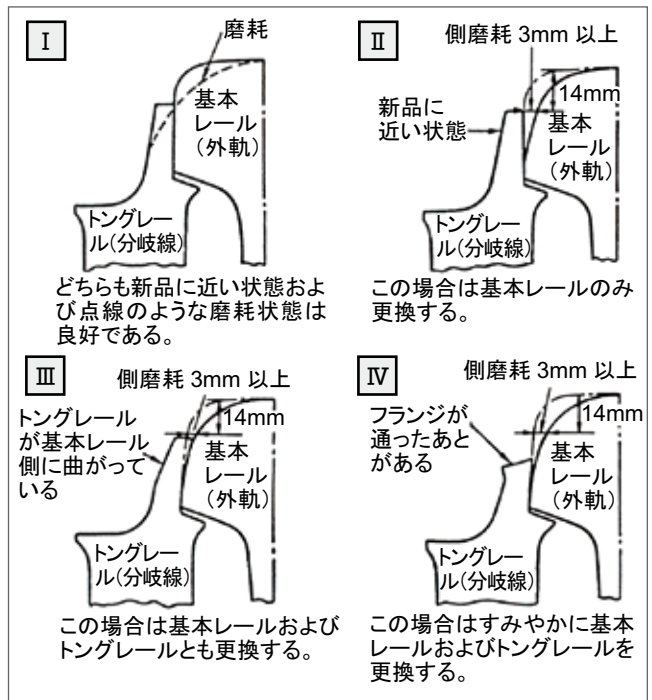


図6 トングレール先端の管理法

基本レールがトングレールよりも摩耗した場合は、トングレール先端部から車輪が乗り上がる可能性があります。これを防ぐには図6にしたがってトングレール先端の摩耗を管理するのが肝要です。I～IVの各形状の評価と、これらへの対策は以下のとおりです。

① 形状Iの場合

トングレール先端部の基本レールおよびトングレールの摩耗測定により、基本レールの摩耗が5mm、トングレールが6mmを超えている場合は、2ヶ月程度以内に各々交換する。また、摩耗によりトングレールのみが交換対象となった時、交換後のかみ合わせが形状IIとなる場合は、基本レールも同時に交換する。

② 形状IIの場合

基本レールのみ2ヶ月以内程度に交換。

③ 形状IIIの場合

基本レールおよびトングレール共に2ヶ月程度以内に交換。

④ 形状IVの場合

基本レールおよびトングレール共に当日または当夜に交換。

形状IIや形状IIIのように、分岐器基準側の基本レールゲージコーナーの摩耗がトングレールの摩耗よりも大きい状態は内方分岐器で多く発生し、片開き分岐器ではあまり起こりません。しかし、分岐器前後の通り変位によって片開き分岐器があたかも内方分岐器のような線形となつてし

表1 ある民鉄とJR4級線の軌道整備基準値の例
(単位mm, 静的値)

	民鉄A社	JR4級線
軌間	+7 -4	+9(スラック25) +14(スラック20以下)
通り	直線8 曲線11	22
高低	11	22
水準	直線10 曲線11	平面性で管理
平面性	-	±18(緩和曲線の逡減を含む)

まい、分岐器に対向で進入する際に外軌がトングレール先端に乗り上がり、脱線に至った例がいくつかあります。このような事故を防ぐには、分岐器の手前に長さ5m以上の直線を実際に挿入する必要があります(多くの事業者では、規格化されています)。どうしても直線を挿入できない場合は、ポイントガードを設置すべきです。

(4) 軌道変位管理

上に挙げた例のうち、軌間内脱線や乗り上がり脱線の防止策は、結局のところ軌道変位の適切な管理に尽きます。本稿の最後に、軌道変位管理の要点を紹介します。

表1に、ある民鉄とJRの4級線の軌道整備基準値(静的値)を示します。JRの値と比べて、民鉄の値の方が小さい(厳しい)ことがわかります。これは、JRは旧国鉄時代の1972年に軌道整備基準値の大幅な見直しを行い、軌道整備基準値を「安全上の基準値」という位置づけにしたのに対し、多くの民鉄は、1972年以前の国鉄の整備基準値を参考として現在の実施基準を定めているためです。この、1972年までの国鉄の整備基準値は表1の民鉄A社のものとほぼ同じですが、これは建設時の公差としての意味合いが強く、維持管理においてこれを超えた場合の取り扱いが明確とはなっていませんでした。

厳しい整備基準値を適用すること自体は悪いことではありませんが、JRの4級線と比べてもあまりに差があるのは、実態にそぐいません。まずは、走行安全上“これを超えたら危ない”という軌道変位の限度値を定め、それを確実に守るという習慣をつけることが大切です。軌道変位の限度値は車両の諸元や走行速度などによって変わるので一概には決められませんが、表1に示すJR4級線の値が一つの目安になります。

また、機械による全線の測定が普及する一方で、得られた膨大なデータの山を十分に活用できていない例も見られます。それならば手検測でも良いので、軌道変位の各項目

が大きくなり易い箇所を重点的に測定の方が効率的で、むしろ安全上も有効です。具体的には、以下のような箇所に着目するのが良いでしょう。

- ・日頃から列車の揺れが大きい箇所
- ・構造物や踏切との境界部
- ・緩和曲線内の継目部の通りおよび平面性変位
- ・スラックが大きい曲線の軌間
- ・排水状態が悪く、噴泥が発生しやすい箇所

以上、脱線防止に重点を置いた軌道の保守管理の要点を紹介しました。ここに挙げた事項だけを守ってさえいれば事故がゼロになるというわけではありませんが、限られた保守能力を効果的に活用するための参考となれば幸いです。

なお、一般に脱線は高速走行時に多く発生すると思われがちですが、ここに挙げた軌間拡大、分岐器異線進入、乗り上がり脱線といった形態の脱線は、低速走行時であっても発生し、徐行は防止策とはなりません(二次的な被害拡大を防ぐ意味はあります)。駅の構内や速度が制限される急曲線など「低速だから大丈夫」と油断せずに、軌道状態を良好に保つよう心がける必要があります。

おわりに

以上、地域鉄道における軌道の厳しい実態と、維持管理上の要点について述べました。

このような厳しい状況の解決のためには、新たな技術開発も必要となります。しかしこのような路線の実態を考えると、新しい技術によってコストが5%や10%削減しても焼け石に水で、50%以上の大胆なコスト削減を実現しないと意味がありません。したがって、幹線のための技術開発よりも難易度は高いと言えます。また昨今の社会情勢を考慮すると、保守要員確保のためには、専門知識を有しない人でも保線作業に従事できるよう、技術のブレイクダウンが望まれます。

一方で、地域鉄道を運営する事業者には大規模な投資を行う体力がありません。仮に新たな技術の導入によって30年間のライフサイクルコストが50%削減できるとしても、初期投資そのものが困難であれば、絵に描いた餅に過ぎません。新技術の導入に対しては国や自治体などによる補助なども行なわれていますが、例えば上述した軌道変位基準値の見直しのように、初期コストが不要で事業者の経営改善に貢献する、新たな技術体系も必要であると痛感しています。RRR