

曲線区間におけるロングレール安全度に関する一考察

東日本旅客鉄道 直江津保線技術センター 正会員 ○山地 毅彦
 東日本旅客鉄道 直江津保線技術センター 小熊 達男
 東日本旅客鉄道 直江津保線技術センター 菊地 秀哉

1 はじめに

ロングレールは、レールの縮み量及び道床状態や締結状態、冬期の作業実績を基にレールに軸力が溜まっていないか、その安全度を判定して管理されている。レールの縮み量は、判定を行う不動区間（杭間）の両端のふく進量の差を基に算出される。一方、曲線半径の小さい曲線においてはマクラギ直角変位が発生することが知られており¹⁾²⁾、直角変位によるふく進がロングレール安全度に影響していることが考えられる。そこで、本研究では曲線半径が小さい杭間において、マクラギ直角変位がロングレール安全度へ与える影響について検証した。

2 対象区間

対象区間は、R=800 未満の曲線が多数介在し、曲線区間におけるマクラギ直角変位がみられる、信越本線〔直江津～北条〕間とした。当該区間は複線区間であり、ロングレール化率は上り線で 90.4%（38k037m）、下り線で 90.0%（36k564m）となっており、総延長 149 k 202Rm、杭間 682 区間にてロングレール管理が行われている。

3 曲線区間におけるふく進調査

まず、ロングレールふく進検査データを基に、曲線区間におけるレールのふく進を検証した。特に、左右レールのふく進の違いに着目し、過去の検査データから左右レールのふく進の推移の比較を行ったところ（図 1）、曲線区間の外軌側のレールのふく進が進んでいる傾向が見られた。

そこで、検証結果をふまえ現地調査を実施した。調査区間は、R=800 未満の曲線が複数介在し基準杭にてふく進傾向が見られる、信越本線〔青海川～柏崎〕間において、ふく進がレール締結装置間で発生しているのかそれともマクラギ道床間で発生しているのか調査した。その結果、調査区間の曲線においてマクラギの直角変位が見られたが、軌道パットのキーワード ロングレール，安全度，曲線，ふく進，軌きょう剛性

連絡先

〒942-0003 新潟県上越市東町 （株）東日本旅客鉄道 直江津保線技術センター TEL 025-543-2322

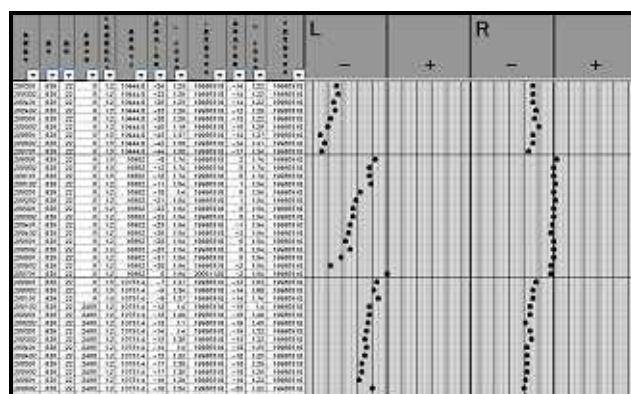


図 1 左右レールふく進比較

抜け落ちや連続した締結装置の不良が見られなかったことから、ふく進がマクラギ・道床間にて発生していることがわかった。

次に、マクラギ直角変位が曲線のどこから始まりどこで終わるのか傾向を調査するため、検査データからふく進の進んでいる曲線を選定しマクラギの直角変位を 15m 間隔で検測した。検測の結果から（図 2）、曲線全体でマクラギの直角変位が進行しているのがわかったものの、どこから直角変位が始まりどこで止まっているのか、曲線の位置による直角変位の違いはわからなかった。これは、敷設時の各マクラギの直角変位の違いが影響して敷設後の直角変位の傾向がはっきりと現れていないことが考えられる。

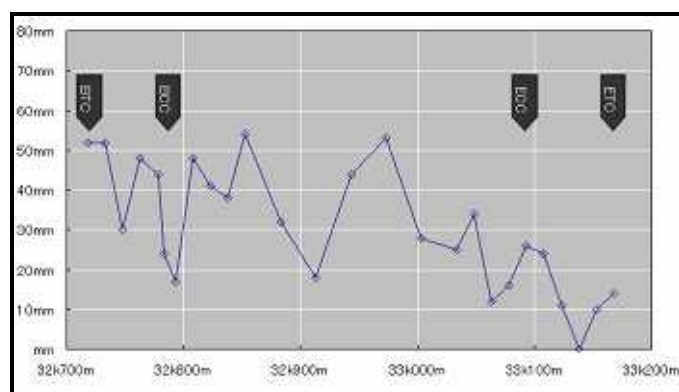


図 2 曲線におけるマクラギ直角変位量(1)

4 曲線の位置によるふく進傾向の比較

そこで検査データを利用し、基準杭の敷設位置が曲線区間において、列車進入側緩和曲線、円曲線、進出側緩和曲線のどこに位置しているか分類、ふく進を比較した。図3は、基準杭の敷設位置毎での年間ふく進量の平均を整理したグラフである(列車の進行方向へのふく進をマイナスとする)。外軌においては、進入側緩和曲線から進出側緩和曲線にかけて全体として、列車進行方向と反対方向へふく進する傾向があり、また内軌においては、列車進行方向へのレールがふく進する傾向があることがわかった。

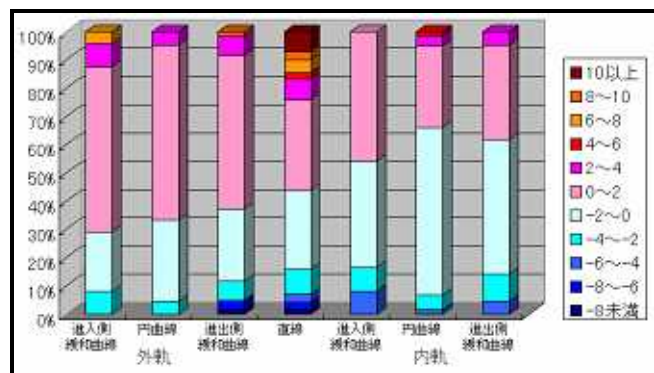


図3 曲置の違いによる年間ふく進量の比較

検査データの分析を踏まえ、曲線区間のふく進傾向を調べるために、改めてマクラギ直角変位の現地調査を実施した。対象区間には、不動区間においてR=600,C=94の曲線が二つ繋がったSカーブを選出した。検測箇所としては、上述の分析結果よりBTC・BCC・ECC・ETCの各箇所とその中間点を検測した。また、マクラギそもその直角変位の影響を考慮して検測位置毎に5本ずつマクラギの直角変位を測り平均することとした(図4)。その結果、マクラギの外軌側が内軌側に比べて列車進行方向の反対側へ変位しており、前方カーブのECCから後方カーブのBCCへいくに連れてマクラギの直角変位がなくなっていくことがわかった。このことから、内軌と外軌のふく進傾向を踏まえると、外軌においては直線から曲線へ入る区間において、ふく進が進みレールが縮むことで軸力が溜まりやすく、内軌においては曲線の出口から直線にかけて軸力が溜まりやすい傾向にあることがわかった。そのため、Sカーブにおいては、前方のカーブから後方のカーブへ繋がる、レールが内軌から外軌へと変わる区間において軸力が溜まりやすいことが懸念される。

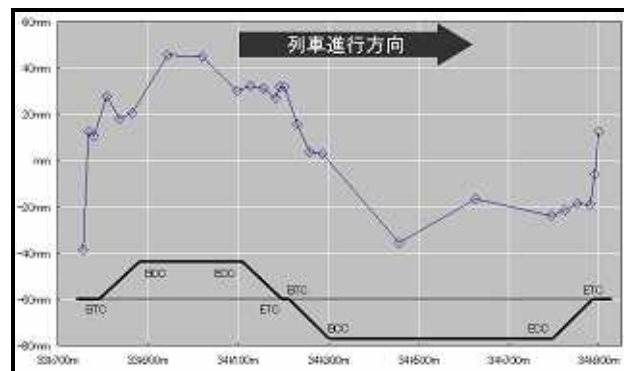


図4 曲線におけるマクラギ直角変位量(2)

5 対策

曲線でのふく進を防ぐためには、填泥や砕石不足がないという前提の上で、内軌と外軌にかかる力に差が生まれても軌きょうが歪まないよう、軌きょう剛性を強める必要がある。軌きょう剛性を強めるには軌道材料の交換が挙げられ、代表的な方法としてはマクラギ・締結装置を軌きょう剛性の強いものに交換することが考えられる。しかし、交換延長が長大となることなどから実施が困難であり、曲線のふく進に対して実行可能な対策を考えたとき、曲線区間での軌道材料の不良箇所について優先的に材料交換を実施し、所定の軌きょう剛性を確保することが重要といえる。

6 おわりに

本研究では、曲線区間におけるレールのふく進傾向の違い及び、ロングレール安全度へ与える影響を明らかにした。曲線区間では内軌と外軌や曲線の位置の違いによってふく進傾向に違いがあり、緩和曲線から円曲線の区間にかけて外軌レールに軸力が溜まりやすいことがわかった。そして、ふく進防止及び安全度確保のため、上記区間への砕石補充による横抵抗力増加、曲線区間における軌道材料の優先的な交換による軌きょう剛性の確保を提言した。

参考文献

- 1) 大塚孝他:まくらぎ直角狂いの発生原因に関する一考察,土木学会第59回年次学術講演会,2004年9月
- 2) 大塚孝他:まくらぎ直角狂いの発生原因に関する一考察,土木学会第61回年次学術講演会,2006年9月