

分岐器における線路線形の推定法に関する研究

日本貨物鉄道(株) 正会員 ○岩切 祐介
 北海学園大学 正会員 上浦 正樹
 日本貨物鉄道(株) 正会員 猪口 雅之

1. はじめに

貨物駅構内の線路では車両速度が低いことに関連してカントを伴わない急曲線や分岐器が多く見られ、これらの曲線線形箇所を車両が通過する際には脱線するレベルではないもののレールの異常摩耗や荷崩れの原因となる車両動揺が発生している。このため軌道変位の長波長管理が重要な項目の一つであると言える。しかし理論上の線形の推定方法としては設計時の配線図と分岐器図面から推定することが可能であるが、分岐器全交換や構内改良による線形の変更も行われていることから、図面と一致しないケースも見られる。一方、分岐器では設計図面によって工場製作により現場で組み立てられることから現場線形と図面とのかい離が少ない。そこで本研究では分岐器に着目して理論に基づいて線路線形（理論線形とする）を推定した。またこの結果から正矢検測法で得られる通り変位を用いて線路線形を推定した。

2. 解析方法

解析対象として JR 貨物の札幌貨物ターミナル構内で敷設されている側線用 8 番片開き分岐器（T50N 片 8-201）の分岐側とした。これはスラックを確保するために曲げ点を多く有し、基本レール及び主レールを経て分岐器後端部に至る側の線形で最も分岐器の特徴を有していることによる。これにより解析は分岐器の理論線形と 2m 弦正矢法で検測されるトラックマスターによる通り変位データから推定することとした。

3. 理論線形

理論上の線形を推定するうえで分岐器図集に規定されている線形条件を満たすこととした。ここで基準線方向を x 軸とし前端を 0 とする。これを起点として基準線方向での距離と分岐線方向での距離の誤差は最大値である分岐器後端部において 0.11m でかなり小さいことから基準線方向での距離を採用する。また、曲げ点の呼び方では前端から最初の点を第 1 曲げ点とし、以下連続して番号を割り振り最後の分岐器後端手前の曲げ点を第 5 曲げ点とした。さらに分岐器のスケルトン上の交角 7°9' を確保し、リードレールの 2 か所の 4 等分線での正矢（1/4 点、1/2 点、3/4 点）を満足することとした。以上から 4 区間を区切ることとし、その区間での近似式（表-1）を求めた。

表-1 各区間の近似式

範囲	近似式
区間1	$y=1.786x^{2.2}$
区間2	$y=1.318x^{2.35}$
区間3	$y=1.372x^{2.33}$
区間4	$y=-0.578x+1.733$

①区間 1：ポイント部の線形に関係するものとして、分岐器前端から対側のトングレール後端の接点に対応する点（第 2 曲げ点から 1m 前）までの間（0～6.515m）とした。

②区間 2：リード区間の線形であるトングレール後端の接点から対側のクロッシング前端の接点に対応する点までの間（6.515～12.000m）とした。

③区間 3：クロッシング部の線形に関係するもの（第 4 曲げ点を含む）として対側のクロッシング前端の接点からクロッシング後端までの間（12.000～15.381m）とした。

④区間 4：クロッシング後端から分岐器後端までで直線できりつけることとした。曲げ点と第 3 曲げ点を含む区間を近似する。以上から分岐側における基本レール及び主レールを経て分岐器後端部に至る理論線形を推定することができる。

4. 線路線形の推定方法

ポイント部に線路線形は単独の頂点があるので、まず図-1 で設計図面による理論線形の 2m 弦正矢図

キーワード 分岐器, 線形, 曲線, 正矢法, RTK・GPS

連絡先 〒003-0029 北海道札幌市白石区平和通 16 丁目北 10-16 日本貨物鉄道(株)北海道保全技術センター TEL 011-865-1883

(AQB)を作成しピーク値 W とトラックマスターによる検測波形(AQ'B)と比較してその差 X を求める。次に点 A' を線分 AQ' と線分 $A'Q$ が平行関係にある点とすると $\angle AQP = \angle A'Q'P$ となる。このとき X と Y との関係は $Y = X / (W - X)$ である。ここで線路線形(a'q'b')を推定するために、既知である理論線形(aqb)と検測波形から推定する理論波形との差 Z は「ある測点の正矢を変化させると前後の隣接測点の正矢はその半分ずつ逆に増減する」などの曲線整正計算器の原理¹⁾を用いることで $\beta = W \times Y$ の関係から、 $Z = WX / (W - X)$ が得られる。これから線路線形は理論線形から差 Z を用いることで推定できることになる。

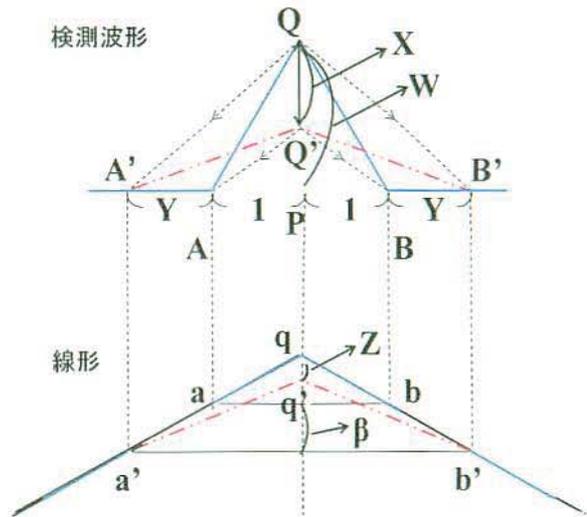


図-1 検測波形と線形の関係

リード部とクロッシング部の線路線形は複数の頂点が対象となる。そこで平面線形では一般の波形で基線に対して正と負の面積を同じとなるように基線を設定し、所定の範囲で理論波形と検測波形で取り囲まれる正と負の面積が同じとなるように検測波形の基線を存在することを仮定できる。この仮定に基づき検測波形理論波形と検測波形で取り囲まれる正と負の面積が同じとなるように、検測波形の基線を調整する。次に検測波形と理論波形の最大となる差 X とその位置での理論波形の値を W としてポイント部と同じ方法で線路線形と理論線形からの差 Z より線路線形を求める。

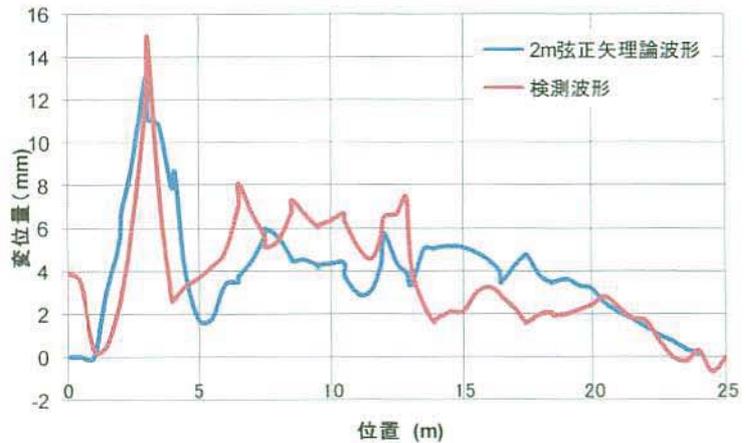


図-2 2m 弦正矢波形 (理論波形と検測波形)

5. 実際の線路線形の推定

側線用 8 番片開き分岐器に対し理論波形から得られる 2m 弦正矢波形とトラックマスターの検測波形を図-2 に示す。この図からリード部とクロッシング部では台形状の同じ変位量となるように基線を調整し、線路線形を推定した(図-3)。

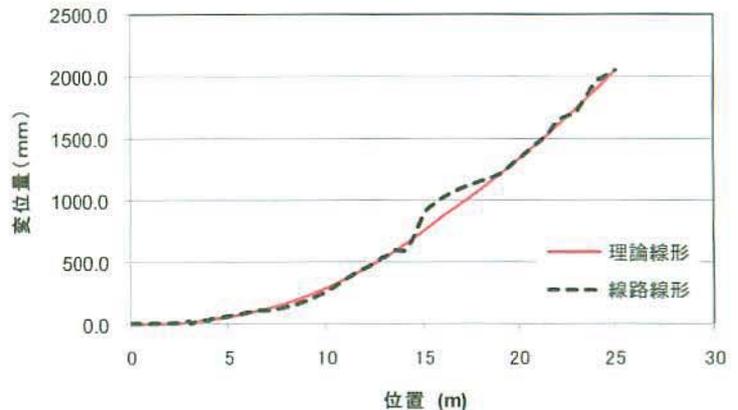


図-3 線路線形と理論線形の比較

6. 検討とまとめ

RTK・GPS は精度が 10~20mm 程度であるが、この装置を用いて 10m 間隔でレール頭部の位置を測定し、研究で推定された実波形との差を求めた(表-1)。この結果から本研究での推定方法がほぼ妥当であることが裏付けられた。

表-1 GPS の検測結果と線路線形の比較

位置(m)	GPS(mm)	線路線形(mm)	差(mm)
5	91	71	20
15	887	874	13
25	2010	2017	-7

参考文献

1)神谷進 「鉄道曲線」交友社 1977年9月