

鉄道施設の各種検査データ一元管理システムの試作と詳細な位置情報統一化法の検討

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○吉田 尚史, 田中 博文, 三和 雅史

1. はじめに

鉄道施設の効率的な維持管理を支援するため、筆者らはこれまで、複数分野の多様な検査データをキロ程により一元管理できるシステムの構築を検討してきた¹⁾。本稿では、一元管理システムのプロトタイプを開発したので紹介するとともに、各種データの詳細な位置情報統一化法の検討結果を示す。

2. 軌道保守管理データベースシステム (LABOCS)

一元管理システムは LABOCS をベースに開発している。LABOCS は、高度なデジタル信号処理機能を有した時系列データ解析システムで、図 1 のように、軌道変位や車両動揺等の鉄道に関する多様なデータを、様々な角度から分析・加工できるソフトウェアである²⁾。現在、JR 旅客 6 社および一部の民鉄に導入されており、保線業務に活用されている³⁾。

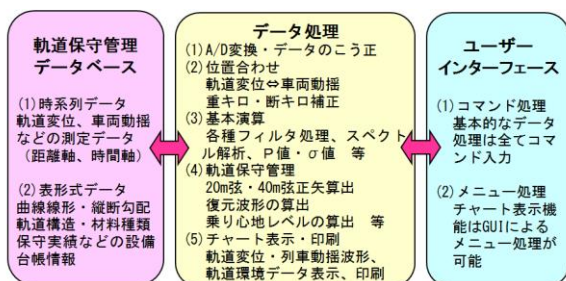


図1 LABOCS の概要



図2 一元管理システムの画面例

3. 検査データの一元管理システムの開発

図 2 のように、検査データの一元管理システムのプロトタイプを開発した。各分野で個別に管理されている設備や検査のデータを位置情報（キロ程⇄緯度経度）によって紐づけることで、複数分野のデータの同時表示を実現している。表示項目としては、LABOCS の主要な機能であるチャート描画の他、検査帳票、検査写真、地図データ、線路動画を同時に表示でき、任意箇所の俯瞰的な確認・分析ができる。

ここで、鉄道事業者では 100m 単位で表 1 のような位置情報リストを整備して鉄道 GIS 等に活用している例がある。このようなリストを施設管理に活用する場合、例えば軌道検測データは 0.25m 単位で測定されている等、細かい単位で管理されている検査データも多く、本システムの実用化に向けては更に

表 1 位置情報リスト例

キ口程	緯度	経度
1k000m	35.997	139.437
1k100m	35.9975	139.4372
1k200m	35.9979	139.4375
1k300m	35.9982	139.434

換算方法を実装する必要がある. 以下では換算方法の検討結果を示す.

4. 緯度経度⇒キロ程の換算方法の検討

本システムではキロ程ベースで一元管理しており、キロ程が正確でなければ、異なる位置のデータを同じ位置と扱うことになってしまうため、緯度経度⇒キロ程の換算精度が重要となる。図3のように100mポスの緯度経度を予め取得し、その間の位置情報を補完する方法を検討した。この時、図の点Aのような曲線中での換算方法について、

(1)100m ポスト間を結ぶ直線と直線との距離が最小となる点のキロ程へ変換する方法と、

緯度:36.0000 経度:139.4390 0k400m 緯度:36.0000 経度:139.4400 0k300m

緯度:35.9993 経度:139.4385

緯度:35.9990 経度:139.4380 0k500m

緯度:35.9978 経度:139.4378 0k600m

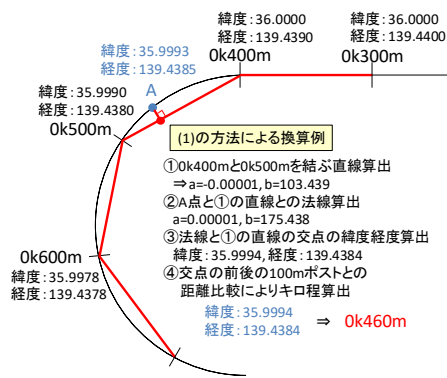
緯度:35.9994 経度:139.4384

緯度:35.9994 経度:139.4384 ⇒ 0k460m

(1)の方法による換算例

①0k400mと0k500mを結ぶ直線算出
②A点と①の直線との法線算出
a=0.00001, b=103.439
a=0.00001, b=175.438
③法線と①の直線の交点の緯度経度算出
緯度:35.9994, 経度:139.4384
④交点の前後の100mポストとの距離比較によりキロ程算出

図3 緯度経度⇒キロ程の換算方法



キーワード LABOCS, 一元管理, 位置情報, 分野横断, 鉄道施設管理

連絡先

〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 公益財団法人鉄道総合技術研究所 TEL.042-573-7277

(2)100m ポスト間の曲線を円曲線と仮定して、中心角の比較によりキロ程を算出する方法の2つにより試算した。なお、今回は検討の簡略化のため、図の曲線区間は緩和の無い円曲線を想定している。また、図の緯度経度条件では、曲線半径 R は約 125m となる。

(1) 点と直線との法線から算出

緯度 x, 経度 y として、100m ポスト間を結ぶ直線 $y=ax+b$ …式(1) a:傾き, b:y 切片
を求め、更にこの直線と点 A との法線を求め、両直線が交差する点のキロ程への変換によりキロ程を求める。図 3 にキロ程の算出過程を示しており、点 A のキロ程は 0k460m と算出される。

(2) 円曲線として中心角の比較により算出

点 A とその前後の 100m ポストの 3 点を通る円を求め、中心角を比較することで精度よくキロ程を算出できると考えられる。図 4 に算出のイメージを示す。円心と 2 つの 100m ポストの中心角 θ と、円心と 400m ポストと点 A の中心角 θ' を比較すると、
 $\theta'/\theta=28.1/47.0=0.598$
となり、点 A のキロ程は 0k459.8m と算出される。

(1)と(2)の算出結果より、点 A のキロ程に 0.2m の差が生じていることから、円曲線においては(2)の方法によりキロ程換算するのがよいと考えられる。

ただし、実際の線路線形としては、緩和曲線を含む場合や、円曲線の延長が短い場合もあり、全ての曲線に対して円曲線で表現するのは不可能であることから、以下では、線形を問わず適用可能な(1)の方法についての適用拡大方法を検討する。

(3) (1)の方法の適用拡大

上述の試算例では 0.2m のキロ程差が生じたが、ここでは、レール傷台帳の管理単位として用いられる場合が多い 0.1m 未満を許容誤差として、適用可能な条件を検討する。なお、ここでは簡単のため、図 5 のように緯度経度を x,y 座標に置き換え、円心を(0,0),

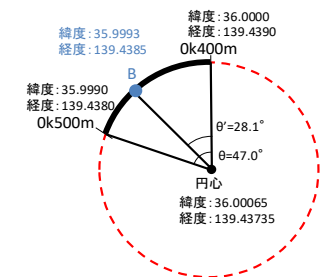


図 4 円曲線の中心角比較

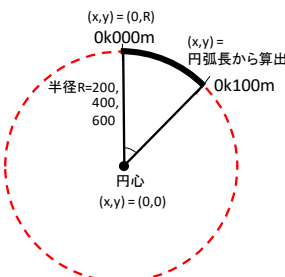


図 5 x, y 座標の与え方

0k000m 地点を(0,R)として、円弧長 100m の地点を 0k100m の x,y 座標とした。まず、直線を結ぶキロ程間隔は 100m のままで、曲線半径 R を変化させた時の誤差を評価する。表 2 に、R200m,400m,600m での算出結果を示す。表より、R400m 以上では誤差 0.05m 未満であるが、R200m では、表中の色塗り箇所のように誤差 0.1m を上回っている。

表 2 曲線半径別のキロ程換算結果

実キロ程	R200m		R400m		R600m	
	(1)による 換算キロ程	実キロ程 との差[m]	(1)による 換算キロ程	実キロ程 との差[m]	(1)による 換算キロ程	実キロ程 との差[m]
0k000m	0k000.00m	0.00	0k000.00m	0.00	0k000.00m	0.00
0k010m	0k009.85m	0.15	0k009.96m	0.04	0k009.98m	0.02
0k020m	0k019.80m	0.20	0k019.95m	0.05	0k019.98m	0.02
0k030m	0k029.82m	0.18	0k029.96m	0.04	0k029.98m	0.02
0k040m	0k039.90m	0.10	0k039.97m	0.03	0k039.99m	0.01
0k050m	0k050.00m	0.00	0k050.00m	0.00	0k050.00m	0.00
0k060m	0k060.10m	0.10	0k060.03m	0.03	0k060.01m	0.01
0k070m	0k070.18m	0.18	0k070.04m	0.04	0k070.02m	0.02
0k080m	0k080.20m	0.20	0k080.05m	0.05	0k080.02m	0.02
0k090m	0k090.15m	0.15	0k090.04m	0.04	0k090.02m	0.02
0k100m	0k100.00m	0.00	0k100.00m	0.00	0k100.00m	0.00

そこで更に、R200m の 表 3 直線の間隔 50m 条件において、直線を結ぶ でのキロ程換算結果

キロ程間隔を 50m とした時のキロ程変換結果を表 3 に示す。表より、誤差は 0.03m 未満となっており、このように曲線半径によって細かい区切りで位置座標を取得することで、実用的な誤差の範囲でキロ程換算できると考えられる。

実キロ程	R200m	
	(1)による 換算キロ程	実キロ程 との差[m]
0k000m	0k000.00m	0.00
0k005m	0k004.98m	0.02
0k010m	0k009.97m	0.03
0k015m	0k014.98m	0.02
0k020m	0k019.99m	0.01
0k025m	0k025.00m	0.00
0k030m	0k030.01m	0.01
0k035m	0k035.02m	0.02
0k040m	0k040.03m	0.03
0k045m	0k045.02m	0.02
0k050m	0k050.00m	0.00

5. まとめ

各種検査データの一元管理システムのプロトタイプを開発したので紹介した。また、実用化に向けて許容誤差を考慮したキロ程換算方法を検討した。

参考文献

1) 吉田尚史他：「鉄道施設統合管理システムの構築に向けた取り組み」, J-RAIL2019, 2019.
2) 吉村彰芳他：「軌道保守管理データベースシステム：マイクロ LABOCS-II+の開発」, 鉄道総研報告, Vol.6, No.11 p.69~78, 1992.
3) 田中博文：「軌道保守管理データベースシステム LABOCS(ラボックス)の機能紹介と新バージョンのリリース」, 新線路, Vol.69, No.7 p.24~26, 2015.