1716 GPS 式列車接近警報装置基盤データの GIS による生成

井上　淳太　　島田　喜久雄(JR 西日本)

○大西　真也　中山　忠雅　　向井　雅俊（ジェイアール西日本コンサルタンツ）

GIS application to data generation for GPS train approach alarm system

Junta Inoue , Kikuo Shimada,　West Japan Railway Company　2-4-24, shibata, Kitaku, Osaka City

Shin-ya Ohnishi, Tadamasa Nakayama, Masatoshi Mukai,　JR West Japan Consultant Company

GPS train approach arming system has been introduced in JR-WEST. This system is get trains position from CTC, and measures the position of workers from GPS device. GPS output is Latitude and longitude, it is necessary to convert it to kirometer-age by lookup database. In the conventional method, these databases had been created manually from various forms, but it takes a lot of effort and many errors occurred. Therefore, we made use of the GIS in order to create the database consistently.

Keywords : GIS, GPS ,train approach alarm,

1．はじめに

JR 西日本では，線路内作業の安全を確保するために，GPS 列車接近警報装置の導入を進めている．これは，作業位置の測位に GPS を使用し，CTC 中央装置から列車位置を取得し，端末より警報を出力するものである．

GPS より出力される位置情報は緯度経度であり，これを元に作業員位置を同定させるため，線路のキロ程と緯度経度を変換するためのデータベースが必要となる．また，CTC 中央装置から出力される軌道回路条件も，キロ程に変換する必要がある．

これらのデータベースは，従来は各種帳票から手動で作成していたが，多大な手間がかかる上に手作業に依存している面が多く、誤りが発生する可能性があった．今回，JR 西日本で全線に導入している GIS を用いてこれらデータベースを一貫して作成することに取り組んだので，以下に報告する．

2．GSP 列車接近警報装置の概要

GPS 列車接近警報装置は，汎用装置を用いて線路内作業員に列車の接近情報を通知し，安全性を高めることを目的としたシステムである．従来の列車接近警報装置のような大掛かりな地上設備を必要とせず，低コストで迅速な展開が可能になっている．

装置概要を Figure 1 に示す．現地の作業員は測位端末と警報端末を所持する．測位端末は GPS 衛星からの情報を受信し，位置情報を制御サーバに送信する．一方，CTC 中央装置から列車情報伝達装置を介して得た列車情報(軌道回路の動作・落下情報等)を基に，制御サーバは列車位置を把握し，測位端末位置での列車接近・通過を判定する．その判定結果を基に，警報端末に警報情報を通知し，警報端末から警報を出力させる．

固定式・無線式などの既存の列車接近警報装置は，線路近傍の器具箱等から直接条件を取っていたため，地上設備の工事が必要であるが，当装置は CTC 中央装置から条件を取得するため，現場工事が不要である．そのため，迅速な導入が可能であり，平成 20 年 1 月に伯備線の一部区間 50km で使用開始したのを筆頭に，平成 24 年 9 月時点で 23 線区の 1,700km において使用しており，今後も拡大が予定されている．なお，CTC 自身はフェールセーフ性を備えたシステムではないため，CTC 装置を利用する限り列車見張員の代替をすることはできない．そのため，本装置は保安装置ではなく，列車見張を補完する装置として位置付けている．

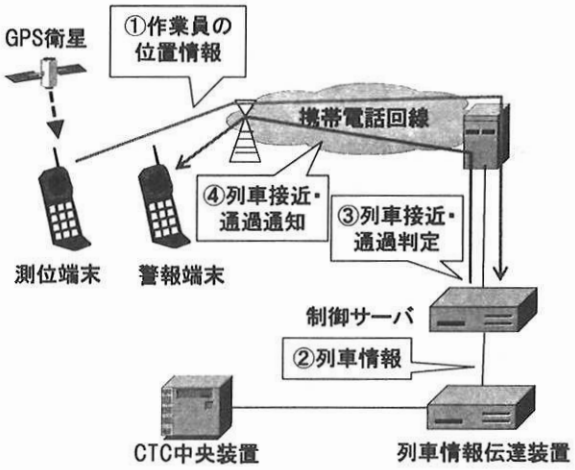

Fig.1 GPS 列車接近警報装置の概要

上記図のうち，制御サーバは CTC から軌道回路条件・列車番号等の情報，携帯電話回線を介して測位端末からは作業員の位置情報を受信しており，この情報を基に線路条件等の基盤データを参照し，警報処理を行う．この基盤データの作成はこれまで手作業で行っていたが，多大な手間を要し，迅速な展開のネックとなっていた．

そこで，京阪神地区の稠密線区に本装置を導入するに際し，基盤データ作成方法の見直しが必要となった．

3．電子線路平面図システム

JR 西日本では平成 17 年度より電子線路平面図システムと呼ばれる GIS システムの構築を開始している．このシステムは全社・全線に導入され，空撮航空写真をベースに線路線形やキロ程をはじめ，停車場の平面図や各信号機位置といったさまざまな位置情報がデータ化され格納され，社内の各部署をはじめグループ会社などで共通の情報プラットフォームとして活用されている．

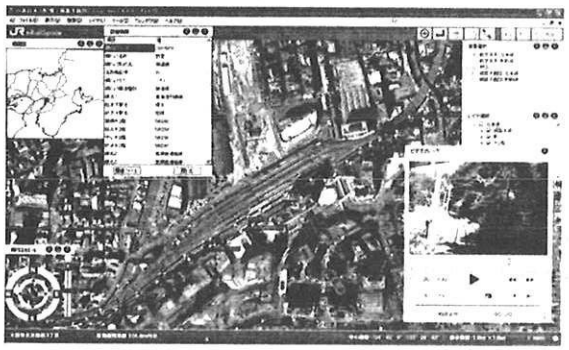

Fig.2 電子線路平面図システム

GIS でデータ化された各情報は，相互に重ね合わせて表現することができ，線をベースとした情報だけでなく，面をベースとした表現が可能となるため，

・地点の位置関係が把握しやすい

・隣接線などの周辺の線路情報の把握ができる

などのメリットがある．

また，航空写真も正確な位置情報に対応しているため，航空写真に写っている 2 点間の実距離を測定することや，一定区画の面積を測定することも可能である．

さらに，列車先頭からの展望ビデオ画像も位置情報とリンクされており，任意地点における列車から見た風景を表示させることも可能である．

4．緯度経度の生成

GPS 列車接近警報装置の概要で述べたように，線路内作業者が所持する測位端末は，GPS 信号を受信して端末の所在する緯度経度情報を GPS 列近中央装置に送信する．GPS 列近中央装置は，得られた緯度経度情報を基に，キロ程変換テーブルを参照し，測位端末が存在する箇所のキロ程を導出する．このため，予め緯度経度情報とキロ程の換算のためのテーブルを作成しておく必要がある．実際のデータベース(緯度経度マスタ)は Table 1 のような形式になっている．

Table 1 緯度経度マスタの例

線別名称	緯度	経度	キロ程
上外	34.7597775342616	135.519676166904	549244
上外	34.7594023811754	135.519261585147	549300
上外	34.7587363776678	135.518526529661	549400
上外	34.7580696623478	135.517791523439	549500

このデータは，GPS 列車接近警報装置の整備区間全区間に亘って各線別 100m 毎に作成する必要があり，複々線区間 100km であれば最低 4000 点の緯度経度・キロ程の対応表を作る必要がある．

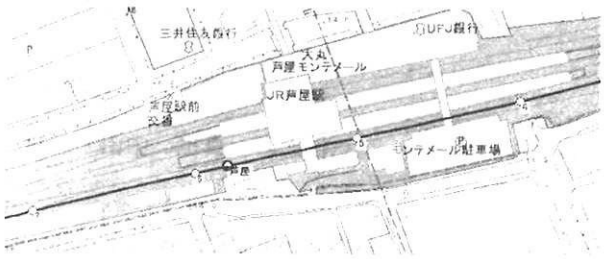

Fig.3 電子線路平面図システムに格納されている線データとキロ程

そこで今回，作業の大部分を GIS を活用したシステムによって自動化することを目的として技術開発に着手した．

電子線路平面図システムには，すべての線区で線形とキロ程がデータ化されている．このキロ程は，下り本線の線形に対して紐付けが行われており，位置はトンネル・地下線区間を除き，実際のキロポスト位置を航空写真から三次元図化を行い取得したデータをベースに整備されている．

今回はこれらのすでに整備されているキロ程情報と位置情報をもとにして自動で各線別ごとのキロ程を生成，データベース化する方法で整備作業を行った．

Fig.4 電子線路平面図システムに線形を入力したところ

はじめに，対象区間の全ての線路線形をデータ化した上で，全ての線上に 100m 毎にポイントを作成，属性を割り付ける作業を GIS の専用ツールを用いて全区間を自動で行った．一部，上下線との線間の距離が大きな区間については，キロ程誤差が大きくなる傾向が表れたため，実際のキロ程とは別に距離更生ポイントを疑似的に追加して調整を行い，データ整備を行った．

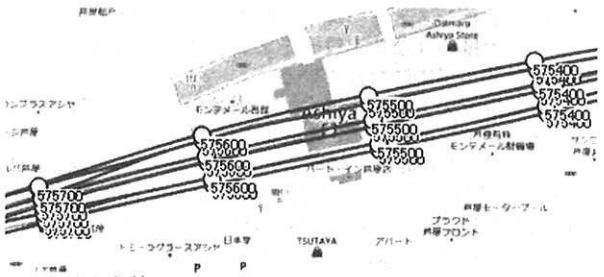

Fig.5 下り本線のキロ程をベースに各線別にキロ程を作成したところ

次に作成された全てのポイント群データを GIS 上に並べ，分岐箇所等の特異箇所でのキロ程の不整合が発生していないかを GIS 上で地図と重ね合わせて表示・確認を行い，不要な点の削除を行った．

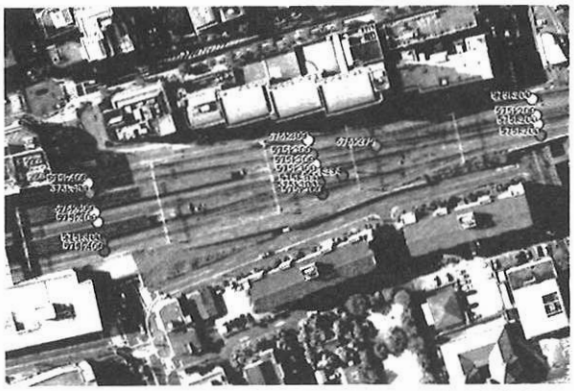

Fig.6 緯度経度マスタ設定状況

最後にポイント群のデータをもとにポイントの位置（緯度経度），属性（キロ程，線別）をリストに出力したものを緯度経度マスタとした．

5．軌道回路境界位置の生成

CTC 中央装置から GPS 列車接近警報中央装置には，軌道回路の落下条件が送信される．この条件と作業員の測位位置を元に，作業員と列車の距離を判別し，警報の有無を送信する．このため，あらかじめ軌道回路の境界位置をデータベースとして保持しておく必要がある．実際のデータベース(軌道回路マスタ)は Table 2 のような形式になっている．

Table 2 軌道回路マスタの例

駅名	軌道回路名	路線 1	端点キロ程 1	路線 2	端点キロ程 2
大阪	下外 1T	東海	554431	東海	554981
大阪	151 ロ T	東海	554981	東海	555187
塚本	22 ロ T	宮操西	546	宮操西	677
塚本	26 ロ T	北方	3477	宮操西	1205

このデータベースを生成する際，従前は施設管理部門から得たレール絶縁位置とキロ程の情報と，電気管理部門から得た軌道回路名称に関する情報，連動図表等を付き合わせ，手作業により作成していた．

今回の手法では，電子線路平面図システム上で航空写真を参照し，軌道回路境界の位置にポイントをプロットし，その位置(緯度・経度情報)からキロ程を算出することとした．

電子線路平面図システムで使用しているオルソ航空写真は 10cm 程度の解像度を持っているため，多くの軌道回路境界は装着導線のトラフや白色塗装された継ぎ目板で判別可能である．

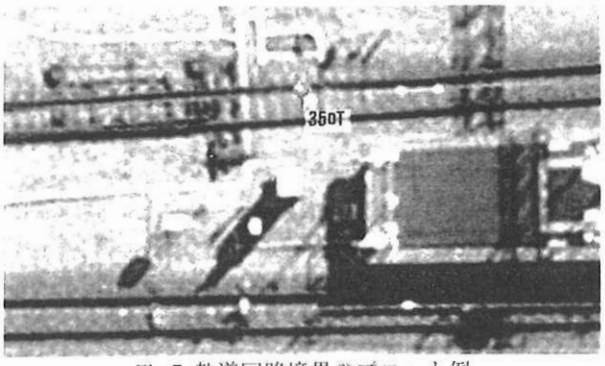

Fig.7 軌道回路境界のプロット例

プロットする際には，駅名・起点方の軌道回路名・終点方の軌道回路名を属性として入力する．このプロットした点の情報を電子線路平面図システムの DB サーバから出力し，出力した緯度経度情報を GIS の専用ツールを用いてキロ程に変換，汎用データベースソフトを用いて最終的な軌道回路マスタを作成している．キロ程のベースは電子線路平面図システムで従前より使用しているキロ程情報(基本設備－在来線－キロ程)であり，線形には緯度経度マスタを生成する作業で入力した線形を用いている．

一部，航空写真の写り具合によって軌道回路境界位置の判断が難しい箇所があったが，電子線路平面図システムで保持している列車前頭ビデオを参照し，周囲設備の状況を確認して判断した．駅舎屋根等でどうしても位置が同定できない箇所は，現地実測によって位置を判定した．

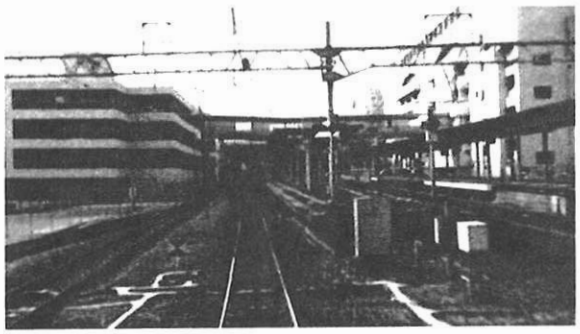

Fig.8 列車前頭ビデオの例

6．効果

今回データ生成を行った草津～西明石間(121km)で生成したデータ量を Table3 に示す．

Table 3 生成データ量

項目	データ量
緯度経度マスタ	
緯度経度・キロ程対応点	7,766 点
軌道回路マスタ	
軌道回路数	1,745 軌道回路
軌道回路端点数	4,195 点

これだけの量のデータを生成する場合，従来の手法では非現実的な作業量であるが，今回の整備ではデータ変換プログラムの開発期間を含めても3ヶ月程度で完了した．また，GIS 上で統一的にデータを生成し，処理の多くも自動化しているため，各々のデータベースが不整合になることが無く，高品質なデータを作成することができた．

GSP 列車接近警報装置は導入拡大が続いており，今回開発したシステム・手法を使用してデータを生成している．

7．終わりに

本システムの活用により，GPS 列車接近警報装置に使用するデータベースを，迅速かつ高精度で作成することができた．それだけではなく，線路条件などを GIS 上で一元管理する際に必要となる重要な知見が多数得られた．

今後，各種データ整備等の際に，今回得られた知見を活用していきたい．

参考文献

1) 井上淳太，清水郁夫，畠和宏：3605 GPS 式列車接近警報システムの開発，鉄道技術連合シンポジウム(J-Rail)講演論文集 2003(10)，493-496，2003-12-08
2) 溝口敦司，井上淳太：GPS 携帯電話を活用した列車接近警報システムの開発と深度化，JREA，52 巻 6 号，pp. 34290-34293，2009