

新たな地震諸元推定アルゴリズムを用いた早期地震警報システムの実用化

(財)鉄道総合技術研究所 ○正会員 岩橋寛臣,正会員 芦谷公稔

正会員 佐藤新二,正会員 岩田直泰

鉄道建設・運輸施設整備支援機構 正会員 加藤 順

九州旅客鉄道株式会社 正会員 宮武洋之

1. はじめに

鉄道総研と気象庁で共同開発した地震諸元推定アルゴリズムを搭載する早期警報用地震計が九州新幹線における地震防災システムで実用化された。ここで、地震防災システムとは列車運行時の地震による被害を最小限に抑えるため、地震発生時にいち早く列車を減速させるシステムである。

本文は、今回開発した早期地震警報システムの機能について報告するものである。

2. 早期地震警報システムの概要

地震防災システムは大別すると変電所などの電気設備付近(鉄道沿線約 20km 間隔)に設置する沿線検知点(検知点とは地震計などの機器を集約した地震観測点)と早期に地震警報を発するために過去に発生した大地震の震源域により近い場所に設置する海岸検知点、およびこれらの検知点からの様々な情報を束ねる中継所システムからなる。

新たな地震諸元推定アルゴリズムを搭載した地震計システムの外観写真を図1に示す。ここで、地震計システムとは制御用感震器や早期警報用地震計などの地震計のネットワークシステムのことをいう。



図1 検知点における地震計システム

各システムの機能の詳細は次項に述べるものとし、ここではシステム全体の構成について述べる。

沿線検知点は、自ら地震を検知し警報を発令すると

ともに、海岸検知点の地震情報を基に警報判断する機能を持たせている。

海岸検知点は、主に海溝型大地震を対象として地震を検知し、その情報を沿線検知点に送信する。

中継所システムは、検知点からの様々な情報とシステム全体の通信状態や機器の故障状態などの情報を束ね、列車運行を監視する施設や表示用端末(監視用PC)への情報の送信および表示機能と地震計への遠隔操作機能も持たせている。

システムの全体構成を図2に示す。

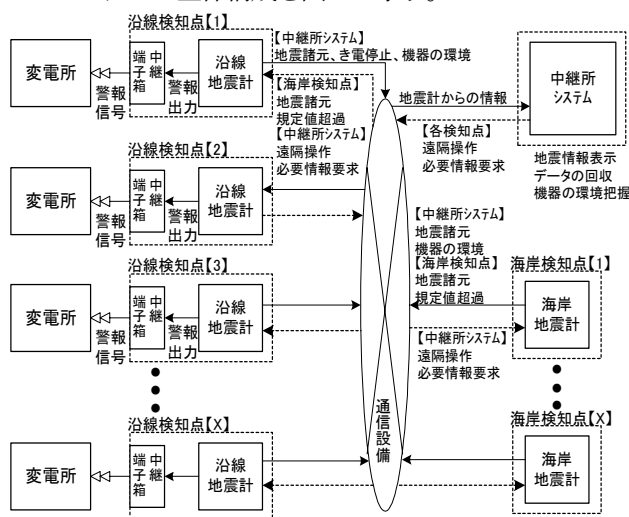


図2 システム全体構成

3. 沿線検知点の機能

沿線検知点には、既存の新幹線と同様に機械式地震計の制御用感震器と早期警報用地震計を設置する。制御用感震器の規制値および早期警報用地震計の規制値は任意に設定することが可能としている。規制値以上の値が検知された場合に早期警報用地震計から沿線検知点と変電設備との接続点である中継端子箱に警報出力され、中継端子箱から変電所およびき電区分所に警報信号を送信する。

警報信号を受信した変電所などの設備はき電を停止することにより新幹線への送電を停止する。走行中の

キーワード: 早期地震警報、沿線検知点、海岸検知点、中継所システム、列車制御
連絡先: 東京都国分寺市光町 2-3-38, (Tel) 042-573-7273, (Fax) 042-573-7421

列車は、停電を感知すると自動的に非常ブレーキが動作することになっている。

また、海岸検知点からの地震検知情報(マグニチュードと震央位置)を基に警報判断をする機能も持たせており、警報出力時の列車制御は上記と同様である。

海岸検知点からの地震検知情報から警報の要不要判断する方法は、過去の鉄道構造物の被災データを基に、震央から構造物に被害が発生した最大距離とマグニチュードの関係を統計的に求めた方法(M- Δ 法)を用いている。¹⁾

さらに、検知点は列車を制御するだけではなく、自らの機能を十分に発揮するために室内の温度、湿度や電源などの環境条件を一定に保つ必要があり、地震計システムのほかに必要により様々な機器を設置できる。

沿線検知点ブロック図を図3に示す。

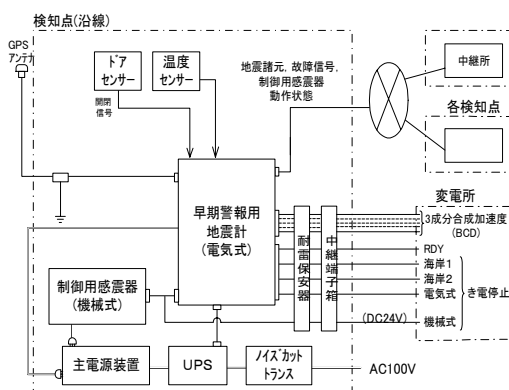


図3 沿線検知点ブロック図

4. 海岸検知点の機能

海岸検知点は、沿線検知点と同様に2つの地震計を設置している。これは既存の新幹線と同様である。

海岸検知点ではS波警報とP波警報があり、S波警報(加速度がある規制値を超過した場合に発する)を行っているが、これは沿線検知点に地震の主要動が到達する前に得られるために、一種の早期警報機能であるといえる。

さらに、海岸検知点のP波警報におけるP波初動数秒のデータから地震諸元(マグニチュードと震央位置)を推定するアルゴリズムは鉄道総研と気象庁で共同開発した方法²⁾を採用している。

これらの海岸検知点からの2種類の早期警報情報を基に、沿線検知点が警報判断を行い、列車を制御する。

海岸検知点には、地震計システムのほかに沿線検知点と同様に様々な機器を設置できる。

5. 中継所システムの機能

中継所システムの構成は中継サーバおよび監視用PCからなる。

中継サーバは、各検知点および指定する設備との接続を行っており、地震情報やシステムの状態監視情報の集約および転送を行うほか、遠隔からの情報の問合わせに応じて必要な情報を送信するシステムである。したがって、確実に情報を伝送することが要求されるため、サーバをメインとサブの独立した2重系で構築し、信頼性を高めている。中継サーバの外観写真を図4に示す。

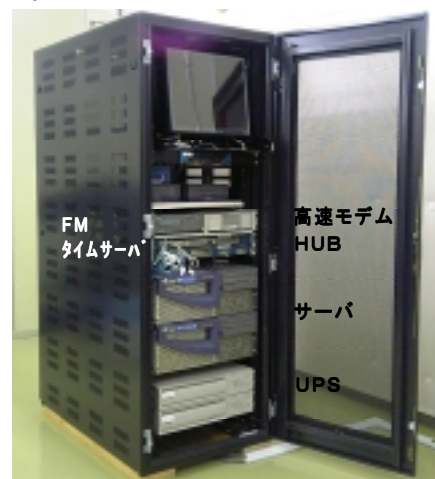


図4 中継サーバ外観

監視用PCは、地震情報および地震計や中継サーバの状態監視情報、指定する設備との通信状態をリアルタイムで画面表示するとともに過去の状態を検索する機能と、地震波形のダウンロードや地震計のリセットなどを遠隔操作する機能を持たせている。

中継サーバと監視用PCの組合せは必要により数多く用意できるため、列車運行を監視する施設に表示させるとともに保守区にも表示させるといった汎用性がある。

6. おわりに

今回報告した地震防災システムは沿線検知点や海岸検知点の数に関係なく安定したシステムを構築できる。また中継所システムについても必要により柔軟な対応が可能である。

また、現在気象庁が配信を計画している緊急地震速報を活用して警報を出力することも、若干の中継サーバの改良で対応できるように設計している。今後は、気象庁情報の有効活用を図っていきたい。

【参考文献】

- 1) 中村豊：総合地震防災システムの研究,土木学会, No531/I-34(1996.1),
- 2) 芦谷他：サキヤト地震情報を活用した早期警報システム, 総研報告,17,8(2003.8)