

# 北海道新幹線における地震防災システムについて

鉄道・運輸機構 正会員 南 邦明  
 鉄道・運輸機構 尾関 誠  
 JR北海道 伊藤賀章

## 1. はじめに

北海道新幹線（新青森-新函館北斗）は、平成27年度末に開業を予定しており、建設工事は概ね完了し、現在、各設備の確認段階にある。北海道新幹線沿線ではこれまでも多くの地震が発生しており、新幹線を安全に運行させるため、地震防災システムを構築する必要がある。本報告は、北海道新幹線における地震防災システムの概要を示したものである。

## 2. 地震計について

地震計は、図-1, 2に示すように海岸近くに設置する海岸地震計と新幹線沿線に設置する沿線地震計を各検知点に配置している。

海岸地震計は、沿線から離れた検知点でS波（主要動）以外にもP波の地震初期の微弱な地震動にも対応しており、沿線にS波が到達する前に早期に新幹線を止めることができる。海岸地震計は、図-2に示すようにA地点～I地点の9検知点に設置し、新幹線沿線周辺の海域で発生する地震をカバーしている。一方、沿線地震計は、新幹線沿線の概ね20km毎にa地点～h地点の合計8箇所の変電設備近くに設置し、S波とP波に対応している。海岸および沿線の検知点には、写真-1に示す対震ハットと呼ばれる地震計設置小屋の中に、写真-2に示す制御用地震計（機械式）と表示用地震計（電気式）の2系統を設置している。制御用地震計は、倒立振り子を用いた機械式の単純な構造であるため動作の信頼性は高く、設定した値以上の振動が地震計に加わった際に接点が物理的に接触することで、所定の制御を行うものである。一方、表示用地震計は、多機能なコンピュータによる装置で、主な機能は①計測部（加速度センサー）による振動計測、②P波検出による地震諸元の推定、③S波検出による制御、④ネットワークを介し複数機器間で連携した制御、⑤動作ログの取得、⑥環境情報（室内温度湿度、ドアの開閉、停電、GPS情報等）の取得・通知・記録を行うことができる。

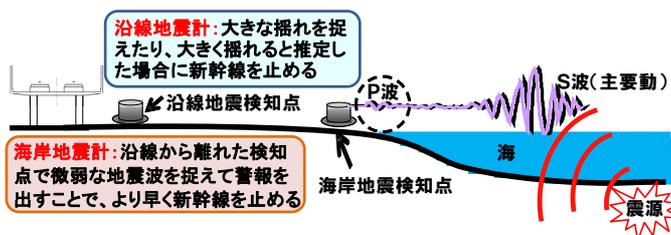


図-1 地震計について

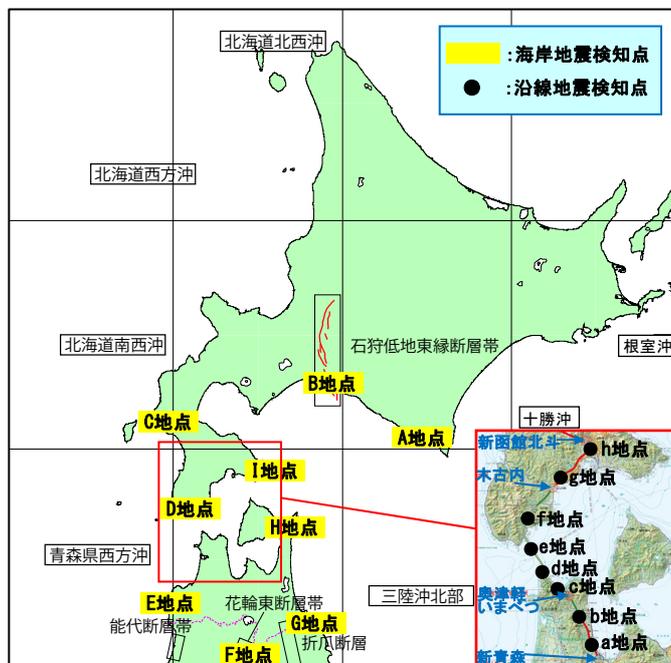


図-2 各地震計の検知点

## 3. 地震諸元計算アルゴリズムについて

各地震計においては、東北新幹線や九州新幹線等、既開業の整備新幹線と同じ地震諸元計算アルゴリズム<sup>1)</sup>を使用している。このアルゴリズムはB-Δ法と呼ばれており、震央位



写真-1 地震計設置小屋(対震ハット)



写真-2 地震計

キーワード：北海道新幹線，地震，防災，地震計

連絡先：〒060-0002 札幌市中央区北2条西1 TEL 011-231-3491 FAX 011-231-3500

置が観測点に対して近い場合はP波の振幅の増加率が大きくなり、震央位置が遠い場合は増加率が小さくなるという相関関係を利用している。B-Δ法では、P波の振幅より増加率を求めることで震央距離が推定され、その推定した震央距離とP波の振幅の最大値からマグニチュードが推定される。これら推定された震央距離とマグニチュードからき電停止範囲が決定される。このB-Δ法は単独地震計による震央推定手法の一つであり、その後の振幅を観測し続けることにより、大きな地震と判断された場合適切にき電停止範囲を広げることができること、通信および電力が途絶した場合でも地震計単独による新幹線の停止処理が可能であることが特徴である。また、北海道新幹線に導入された表示用地震計は、電波雑音下でも安定して動作するよう国際規格に準じたEMC試験に対応しており、地震計機器の信頼性向上が図られている。

4. き電停止について

北海道新幹線において、P波で一定の地震動を感知した場合や、沿線地震計では40gal、海岸地震計では120galを超えた場合、設定している範囲（地震の影響が考えられる範囲）のき電を停止し、列車運行を中止することを考えたシステムを構築している。また、沿線地震計では、自ら地震を検知して運転制御判断を行うとともに、海岸地震計からの地震情報をもとに、運転制御判断を行う機能も有している。地震諸元推定による運転制御発令範囲を図-3に示す。さらに、き電停止後の運転再開の指標としてカイン値を出力し、そのカイン値に基づき地上設備の点検などを行う。

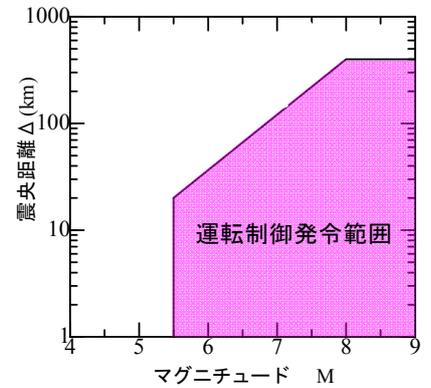


図-3 M-Δ法による運転制御発令範囲<sup>2)</sup>

5. 地震防災システムについて

図-4に地震防災システムの系統図を示す。図に示すように、北斗に中継サーバ室を設置し、各地震計および監視端末と直接通信を行う。ここでは、各検知点が送信する地震情報や環境情報を中継サーバーから必要な箇所にデータを送信している。監視端末は、札幌指令室はもとより、工務所（北斗）および保守部署（東京）にも設置し、各地震計の地震情報や環境情報の表示と、波形の回収や機器のリセット等、地震計を遠隔で操作できる機能を有している。また、各沿線地震計検知点には中継端子箱を設置し、ここから個々の変電所等に電気信号を送信して、き電停止を行うようにしている。例えば、ある海岸地震計が120galを超過した場合、その情報が中継サーバーに送信され、ここからa~hの沿線検知点の中で、き電停止すべき範囲の検知点にその情報が送信される。そこから変電所等に電気信号が送られ、き電停止状態となる。これらの情報は、札幌指令室のSCADA表示端末で確認できるよう、各変電所等から札幌指令室にデータが送信される。

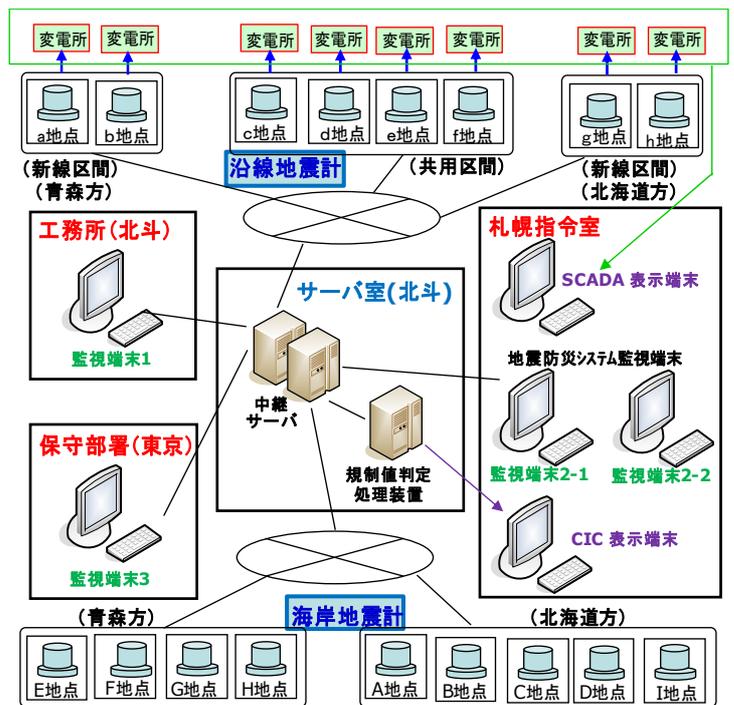


図-4 地震防災システム

6. おわりに

本報告では、地震防災システムについて、その概要を示した。北海道新幹線において、災害検知装置は地震情報だけでなく、風速力計、雨量計、積雪深計およびレール温度計も設置し、これらの情報からも列車の運行判断を行うシステムも構築しており、さらに、青函トンネル内では、火災検知装置や煙探知装置等も設置した上で、列車運行管理を確認できるようなシステムも構築している。これらのシステムは既に機能確認等は終了している。以上のように、北海道新幹線では安全運行に関して様々なシステムを導入している。

最後に、本地震防災システムを構築するにあたり、(公財)鉄道総合技術研究所にお世話になったことをここに追記する。

(参考文献)

1)佐藤他：新しい地震諸元推定アルゴリズムを用いた警報用地震計の開発,鉄道総研報告, Vol.16,No.8, pp13-16, 2002.8.  
 2)佐藤他：新幹線用早期地震検知システムの信頼性向上に向けた取り組み,平成 22 年電気学会電子・情報・システム部門大会講演論文集, pp.919-924, 2010.9.