

12-7 早期地震警報の利活用

Utilization of earthquake early warning

山本俊六（公益財団法人鉄道総合技術研究所）

Shunroku Yamamoto, Railway Technical Research Institute

1. はじめに

鉄道では、地震に対する事前の取り組みとして耐震設計，耐震補強，脱線・逸脱防止対策などを，事後の対策として沿線で観測された地震動の揺れの大きさに基づく運転規制と点検などを行っている．これらの対策を取った上で地震時のさらに高い安全性を目指し，大きな揺れが来る直前の対策として，1980年代より前線検知型の早期地震警報による運転制御¹⁾，1990年代よりP波の解析に基づく早期地震警報による運転制御²⁾が新幹線で実用化されている．早期地震警報システムはその後改良され³⁾，現在は，自社のシステムによる警報のみならず，気象庁の緊急地震速報を併用するなど，様々な形で早期地震警報の活用が行われている．

2. 現行の新幹線早期地震警報システム

2.1 システムの構成

現行の新幹線早期地震警報システム⁴⁾は，沿線に約10～20km間隔で設置された地震計，沿線から離れて設置された地震計，およびこれらの地震計の情報をネットワーク経由で中継するサーバから構成される．各地震計は規定値超過による警報（S波警報），P波から計算された地震諸元による警報（P波警報）を出力する機能を持つ．また，沿線の地震計は自機の出力した警報あるいは他機の出力した警報に基づき，変電所から列車への電力の供給を停止するための信号を即座に発する．図1に現行の新幹線早期地震警報システムの地震計の設置状況，図2にシステム構成の概要を示す．

2.2 S波警報機能

ローパスフィルタ処理を行った加速度振幅を監視し，観測値が規定値を超過した場合に警報を発する機能である．沿線から離れた箇所に設置された地震計が発するS波警報により運転制御を行う場合，この情報は前線検知型の早期地震警報として活用されることになる．S波警報では，事前に定めた区間に対して運転制御を行う．

2.3 P波警報機能

単独観測点のP波データから，震央位置およびマグニチュードを求め，これらの情報から地震の影響範囲を推定して警報を発する機能である．震央情報のうち，震央距離はB- Δ 法⁵⁾，震央方位は主成分分析法⁶⁾を用いて求められる．またマグニチュードは上記の震央距離と変位振幅から距離減衰式を利用して定められたタイミングで逐次求められる．さらに，過去の地震による鉄道被害を震央距離とマグニチュードにより整理した経験式⁷⁾を事前に作成し，P波より求めた震央距離とマグニチュードをこの経験式に照合することにより，地震の影響範囲を速やかに推定する．P波警報ではこの影響範囲の区間に関して運転制御を行う．

3. 緊急地震速報の活用

鉄道分野では緊急地震速報の導入も積極的に進められている．一部の事業者は自社の早期地震

警報システムの警報と緊急地震速報を併用し、どちらかが警報を発した時点で運転制御を実施するシステムを構築している。運転制御の判断には、距離減衰式を用いて予測された揺れの大きさに基づくもの、2. 3に記述した影響範囲推定に基づくものなど、いくつか手法が用いられている。

4. まとめ

鉄道分野では地震時の高い安全性を目指し、他の地震対策と併用する形で早期地震警報を活用している。また、より効果的な活用に向けて様々な取り組みが行われている。

参考文献

- 1) 中村豊(1985), 国鉄における地震警報システム, *鉄道技術*, Vol.42, No. 10, pp371-376.
- 2) Nakamura, Y. (1998), On the urgent earthquake detection and alarm system (UrEDAS), *Proc. of 9th World Conf. on Earthquake Engineering*, pp. VII673-VII678.
- 3) 岩橋寛臣, 岩田直泰, 佐藤新二, 芦谷公稔 (2004), 早期地震警報システムの実用化, *鉄道総研報告*, Vol. 18, No. 9, pp. 23-28.
- 4) Yamamoto, S. and Tomori, M. (2013), Earthquake early warning system for railways and its performance, *Journal of JSCE*, Vol. 1, pp. 322-328.
- 5) Odaka, T., Ashiya, K., Tsukada, S., Sato, S., Ohtake, K. and Nozaka, D.(2003), A new method of quickly estimating epicentral distance and magnitude from a single seismic records, *Bull. Seismo. Soc. Am.*, Vol. 93, No. 1, pp. 526-532.
- 6) 気象研究所地震火山研究部 (1985), 自動検測手法の研究, *気象研究所技術報告*, Vol. 16, pp. 56-100.
- 7) 中村洋光, 岩田直泰, 芦谷公稔 (2005), 地震時運転規制に用いる指標と鉄道被害の統計的な関係, *鉄道総研報告*, Vol. 19, No. 10, pp. 11-16.



図1 新幹線早期警報用地震計の設置状況
Fig.1 Seismograph of earthquake early warning system for railway

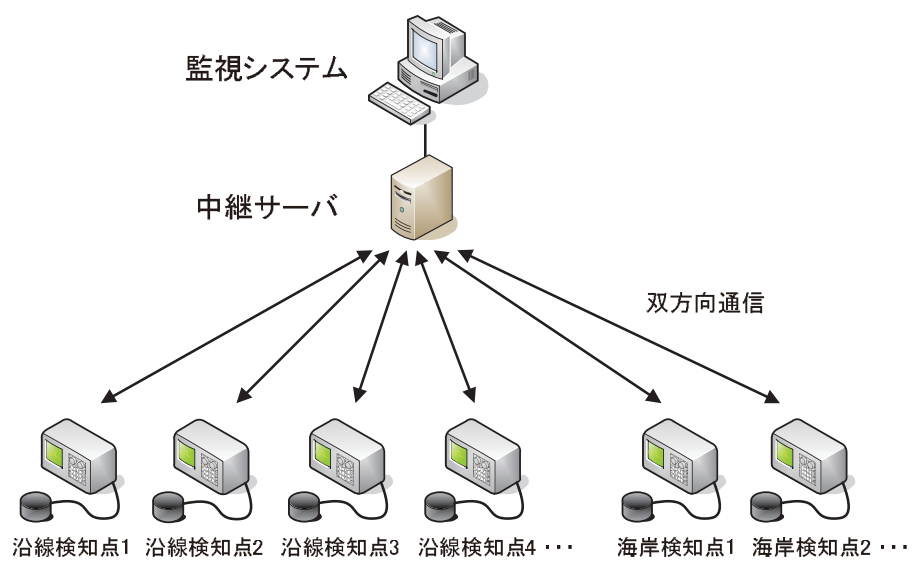


図2 新幹線早期地震警報システムの構成図
Fig.2 Configuration of earthquake early warning system for railway