

鉄道の地震警報システム

鉄道においては地震発生時には列車運行を迅速かつ適切に制御して事故を未然に防止することが重要となります。このため、鉄道では沿線に地震の揺れを測定する地震計や感震器を設置して、大きな揺れを観測した場合は直ちに警報を発して、自動もしくは手動で列車運行を抑止する手配をとります。この一連の制御に係る計測器や装置等全体を総称して地震警報システムと呼んでいます。

S波警報と地震動指標

地震の揺れ(地震動)は最初に小さな縦揺れ(P波と呼ぶ)があり、その後大きな横揺れ(S波と呼ぶ)になります。地震の被害は後から来るS波で発生することが多いです。そこで、地震警報システムで用いられる地震計や感震器も一般的にはS波の大きさを観測して、ある基準値以上の場合に警報を発します。これを便宜的にS波警報と呼んでいます。

地震動の大きさを表す量としては、加速度(単位:1gal(ガル) = 1cm/s²)が従来から用いられていますが、最近はより施設の被害との相関が高いといわれている、SI値や計測震度とよばれる指標も用いられています。

SI値とはスペクトル強度と呼ばれるものですが、地震防災の分野では、速度(単位:1kine(カイン) = 1cm/s)の応答スペクトルを固有周期0.1~2.5秒の範囲で平均した値として定義しています。また、計測震度は、もともと気象庁職員の体感等で判断していた各地の震度階を、計測器(計測震度計と呼ぶ)で数値化したものです。計測震度計は気象庁や自治体により全国3000箇所以上に設置されており、その値は地震後公表されています。

P波警報

新幹線等の高速鉄道ではより高い安全性を目指して、地震発生をより早く察知して、地震の影響がある場合は1秒でも早く列車運行を制御することが求められ

ています。このため、鉄道では、地震動のP波で地震の影響を判断して対象とする施設がS波で大きく揺れだす前に警報を発することを目的とした、早期地震警報システムを開発し、実用化してきました。こうした早期警報をS波警報に対して便宜的にP波警報と呼んでいます。

早期地震警報では図1に示すように、震源に近い観測点のP波初動2~3秒間のデータから震源の位置(観測点からの震央距離や震央方位)や震源の規模(マグニチュード)を推定します。最新の推定方法では、P波初動の振幅増幅率が震央距離に依存しており、P波が急激に大きくなる場合は近い地震、逆に徐々に大きくなる場合は遠い地震であるという特徴を利用しています。この特徴を自動的に定量化する方法が考案され、現在では、P波初動1~2秒で震央位置を推定し、推定された震央距離と初動部の最大振幅値からマグニチュードを推定する方法が実用化しています。また、この方法を採用した新たな早期警報用地震計が新幹線を中心に導入されています(図2)。

緊急地震速報

1995年の兵庫県南部地震を契機として、気象庁をはじめとする公的機関の高密度な地震観測網の整備が進んだことから、気象庁は全国の地震観測網のデータを基に、地震発生直後から震源位置やマグニチュードおよび各地の震度などを推定して逐次配信する計画を進めており、この一連の情報を「緊急地震速報」と呼んでいます。この情報は、図3に示したように、1つの地震に対して1度だけで

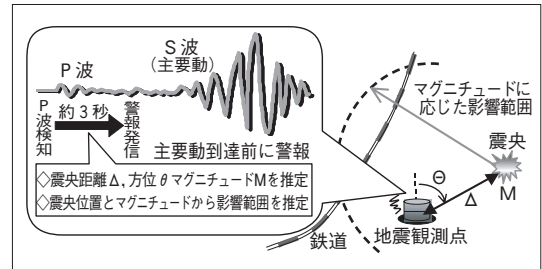


図1 早期地震警報の概念図



図2 早期警報用地震計の例

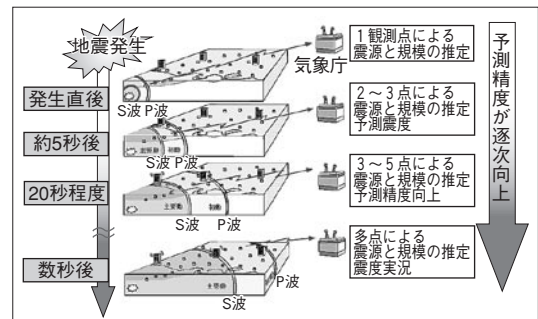


図3 緊急地震速報の概念図

はなく、検知した観測点のデータが増えるにしたがって逐次推定精度が向上した情報が配信されます。鉄道においても、緊急地震速報を活用することにより低コストな早期地震警報システムが構築できると考えられるため、今後、この情報が有効活用されることが期待されています。

(防災技術研究部 地震防災 芦谷公稔)

※記事に関するお問い合わせ先
防災技術研究部(地震防災)
NTT: 042-573-7273
J R: 053-7273