

## 小田急電鉄(株)における早期地震警報システムを活用した地震対策

### 1.はじめに

鉄道における地震被害を軽減させるためには、日常の耐震対策が極めて重要ですが、発災前に列車の運行を停止させることができれば、被害の軽減につなげることが可能になります。

小田急電鉄では、発災前の減災手段として、緊急地震速報を活用した早期地震警報システムによる地震対策を導入しております。緊急地震速報は、地震の発生直後に震源に近い地震計でとらえた観測データから震源位置や地震の規模を直ちに推定し、情報として提供するものです。鉄道総研殿にこの情報を活用したシステムの開発を依頼し、2006年8月1日から実用システムとして使用開始しています。

### 2.開発経緯および被害判定方法

当社路線は、その約1/3(約40キロ)が、東海地震の「地震防災対策強化地域」に指定されており、地震対策の強化が求められていました。このことから、発災前の対応と発災時の被害リスク軽減を目指し、鉄道総研殿に依頼して、ベンチテストや緊急地震速報の受信状況など当社のフィールドで様々な検証を重ね、システムとして、性能的に問題なく十分な判定処理能力を備えていることが確認できたため、早期地震警報システムの導入を図りました。

早期地震警報システムは、地震の主要動と初期微動との伝達時間差を利用し、主要動が到達する前に震源近傍で観測したデータから鉄道への影響を判定して、被害が予測される場合は列車を停車または減速させることにより、地震被害の軽減を図るシステムです。当社では、緊急停止後の早期運行を図るため、被害を受ける恐れが一部の区間であっても、全線で列車の運行を抑止することとしています。地震被害の判定方法は、配信事業者から伝達される緊急地震速報の地震規模と、震源から被害が及ぶ範囲を過去の被害事例を基に求めた地震規模と震源から被害が及ぶ範囲までの距離に関する経験式を用いて、当社路線との距離から被害の有無を判定します。この方法はM-Δ法と呼ばれていますが、ここでは鉄道施設に被害が予測される範囲として、震度5弱相当以上と考えています。

### 3.列車の制御方法および停止までの時間

被害が予測される場合には、列車無線を介して発報信号音および音声メッセージで自動的に全列車に一斉通報することにより、運転士が手動で列車を緊急停止させます。シ



図1 警報発令時のモニター画面

ステム本体は運輸司令所内に設置されており、列車無線へ通報すると同時に操作卓モニターに地震の到達予想時刻、最大予想震度などが表示されパトライトが点滅、警報ブザーが鳴動します。列車停車後の運転取扱いについては、通常の地震時における運転取扱いに準じて行います。

なお、当社においては、40ガル以上の揺れを感知した場合に全線の列車を一時停車させ、異常の有無を確認した上で揺れの大きさにより運転規制を指令することになっています。

### 4.被害予測の所要時間および警報発令事例

システムの処理時間は、緊急地震速報を受信後、警報を発するまで約1秒、列車無線装置へ信号を出力し運転士へ伝達されるまで約1秒の計2秒程度と推定されます。現在までに警報を発した事例として、誤報ではありますが2007年7月24日に神奈川西部で発生した地震があります。この時は速報の途中段階で推定地震規模が変更されたため、システムが作動し列車が緊急停止したものです。

### 5.おわりに

本システムを有効活用するためには、緊急地震速報が、その原理上直下型地震の震源直上付近では、主要動到達に間に合わないことや、数秒のデータから震源位置や規模を推定するため、その精度が十分でないことなど一定の技術的限界があることを認識した上で活用する必要があります。しかしながら、従来なかった発災前の減災手段を講じられることは、鉄道事業者の防災対策で意義あることと思います。今後も鉄道総研殿の技術力をお借りし、引き続き安全・安定輸送の実現に向け取り組んでいきたいと考えています。

(交通サービス事業本部 安全・技術部 調査役)