

1503 スペクトル強度 (SI 値) による地震時運転規制方法の有効性の検証

Verification of the validity of the train operation control in case of the earthquake by Spectrum Intensity

正 [土] ○石黒 進也 (JR 東日本研究開発センター安全研究所)

正 [土] 島村 誠 (JR 東日本研究開発センター安全研究所)

Shinya ISHIGURO, Safety Research Laboratory,

Research and Development Center of JR East Group

2-0, Nisshin-cho, Kita-ku, Saitama City

Makoto SHIMAMURA, Safety Research Laboratory,

Research and Development Center of JR East Group

In JR East, seismometers are installed along the tracks to monitor earthquake activities. When an damaging earthquake occurs, trains are made into a safe state by the train operation control. As a successor of peak ground acceleration (PGA), which had been used as the seismic motion index for the train operation control in the conventional lines for a long time, spectrum intensity (SI) has been introduced since April 2003. We report in this paper the validity of SI based on the earthquake data which obtained after introducing SI.

Keyword: Spectrum Intensity, the train operation control, earthquake

1. はじめに

地震大国である日本を走る鉄道において、地震発生時に列車の安全を確保することは大変重要な課題である。現在当社では、線路沿線に 20km~40km 間隔で地震計を設置し地震動を常時観測している。地震が発生した場合は、観測した地震動が予め定めた基準値を超えると運転規制を発令し列車の安全を確保している。

運転規制に用いる地震動指標は、被害が発生する地震に対し運転規制を発令し的確に災害を捕捉し、また被害の無い地震には不必要な規制を発令しないことが求められている。在来線において以前は指標として最大加速度 (PGA) を使用していたが、今年度から新しい指標としてスペクトル強度 (SI 値) を導入した。導入前の検討で安全のレベルを下げることなく不要な運転規制を減らすことができると推定されていた。ここでは、導入後実際に発生した地震を対象として SI 値と PGA それぞれの運転規制を比較し、SI 値の有効性を検証した。

2. SI 値について

SI 値は、G.W.Housner によって提案され地震による構造物の揺れの程度を表す地震動指標である。減衰定数 0.2 に対する速度応答スペクトルの周期 0.1 秒から 2.5 秒の区間の平均値として定義される。単位は、kine (cm/sec) である。

$$SI = \frac{1}{2.4} \int_{0.1}^{2.5} Sv(T, h=0.20) dT$$

Sv : 最大速度応答 T : 周期 h : 減衰定数

一般に SI 値は PGA よりも構造物被害との相関性が高く、その被害を的確に予測できると考えられている。

3. 在来線の地震時運転規制方法

現在の SI 値を用いた在来線での地震時運転規制の基

準値と PGA による運転規制基準値を Table 1、Table 2 に示す。SI 値の基準値は、規制区間 I (落石が発生する可能性のある区間) と規制区間 II (一般区間) を設定している。この基準値は、以前の PGA による運転規制と同じ安全のレベル確保し、地震リスクを低減するようにした。

Table 1. Regulation value by SI

	規制区間 I	規制区間 II
運転中止	6kine	12kine
速度規制	3kine	6kine

Table 2. Regulation value by PGA

	一般区間
運転中止	80gal
速度規制	40gal

4. SI 値導入後の効果の検証

地震時運転規制に SI 値が導入されてから発生した地震のうち鉄道被害の有無の地震を対象として、SI 値で実際に運転規制が発令された状況と以前の PGA により発令される状況を比較した。

4.1 被害地震に対する運転規制

2003 年 5 月 26 日 18 時 24 分頃に発生した三陸南沖を震源とする地震 (最大震度 6 弱) を対象とした。地震による主な鉄道の被害は、震源に近い三陸地方を中心に構造物の変状や落石など発生し、鉄道以外では、道路陥没、土石流、地盤の液状化などが発生しました。この時運転規制はほぼ東北地方全域に発令された。鉄道沿線の地震計で観測された最大 SI 値は東北本線矢幅で 41.2kine、最大加速度値は東北本線ノ関で 403gal である。

この地震による運転中止区間と災害捕捉について見るため、SI 値により運転中止が発令された状況を Fig.1 に

PGA を使用していた場合に運転中止が発令されたと考えられる状況を Fig.2 に示す。図より運転中止区間は主に三陸沖の震源に近い東北地方太平洋側の線区で、SI 値と PGA 共にほぼ同じ範囲となる。また、災害捕捉についてみると、図中に☆で示した災害発生箇所を全て捕捉している。

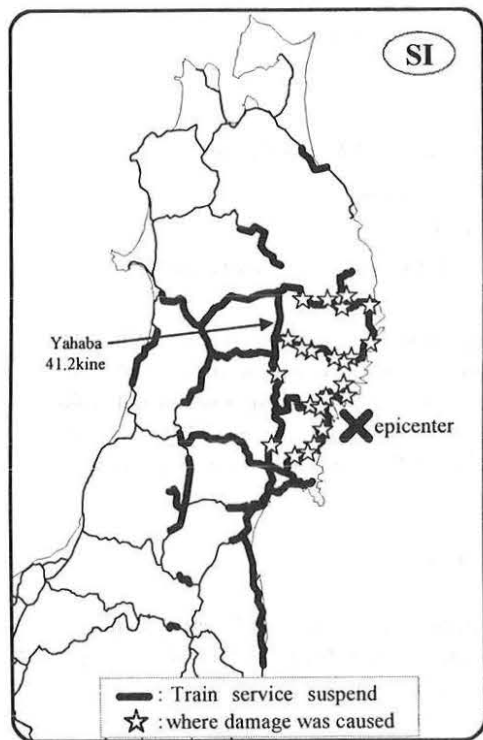


Fig.1 Situation of train service suspension by SI

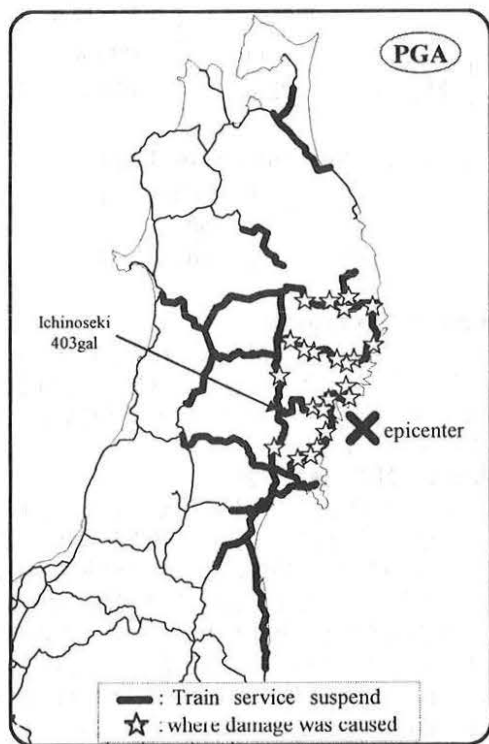


Fig.2 Situation of train service suspension by PGA

4.2 無被害地震に対する運転規制

2003 年 8 月 4 日 20 時 57 分頃に発生した茨城県北部を震源とする地震（最大震度 4）を対象とした。この地震による被害は発生していない。

Fig.3 に主な地震計で観測された SI 値を示す。この地震では SI 値による運転規制の発令は無かったが、これに対して PGA を使用していた場合には Fig.4 に示すように運転規制が発令されていたと考えられる。

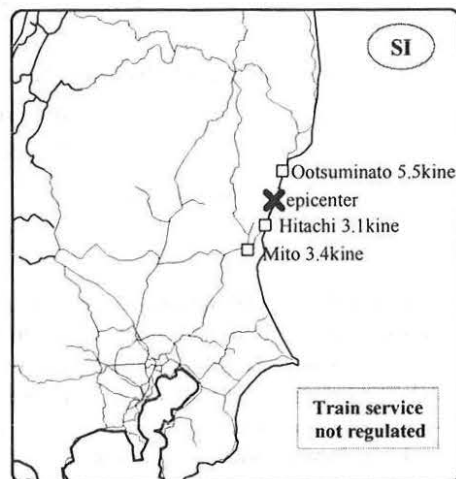


Fig.3 Situation of train service by SI

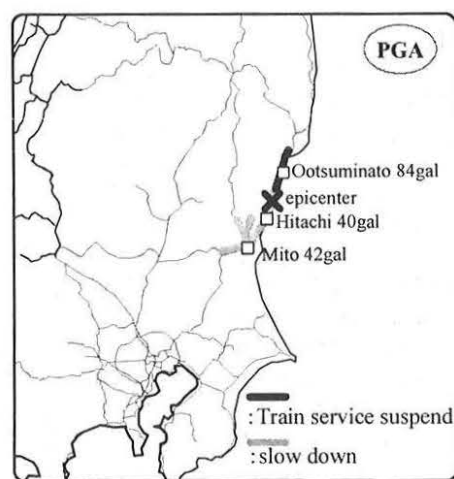


Fig.4 Situation of train service by PGA

5. まとめ

今回は、実際に発生した地震を対象に SI 値による地震時運転規制の有効性の検証を行った。その結果、検証事例は 2 例と少ないが、SI 値は被害地震に対して的確に災害を捕捉する規制を発令し、無被害地震に対しては不要な運転規制の発令が減少することを確認できた。