

地震発生時に新幹線をさらに早く緊急停止させます ～新幹線早期地震検知システムの改良～

- JR 東日本では、新幹線の安全な運行に資するために、新幹線早期地震検知システムを導入し、地震を速やかに検知し列車を緊急停止させる仕組みを構築しています。
- このたび、公益財団法人鉄道総合技術研究所（以下、鉄道総研）の研究成果にもとづき、地震検知後に地震規模を推定するプロセスを改良しました。また、JR 東日本研究開発センターによる検証の結果、これまでよりも早く緊急停止することが可能になりました。
- 全ての新幹線地震計（計 135 台）を改修し、2024 年 3 月からの使用開始を予定しています。新幹線の地震対策を強化し、新幹線の安全性を一層向上させていきます。

1. 新幹線早期地震検知システムの概要

新幹線早期地震検知システムは、各地震計で観測された地震動に基づき、地震計から変電所へ送電を停止させ、新幹線を緊急停止するものです（図-1）。

本システムでは、観測される初期微動（以下、P波）と主要動（以下、S波）のそれぞれを用いることにより、緊急停止の早期化と多重化を図っています。また、新幹線開業以来、地震計の増設や気象庁の緊急地震速報および国立研究開発法人防災科学技術研究所の海底地震計といった社外地震情報の活用など、さまざまな改良を重ねてきました（図-2、参考）。

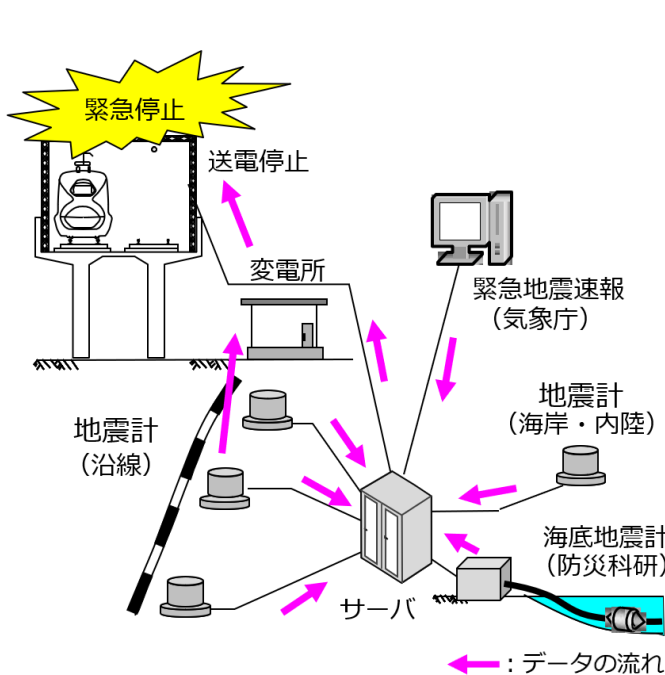


図-1 新幹線早期地震検知システム



図-2 地震計配置図

S波検知では、S波の振幅から列車を緊急停止させる仕組みとしていますが、S波よりも早く伝播するP波による検知方法は、観測したP波から地震諸元（震央距離、震央方位、地震規模（以下、マグニチュード））を推定し、推定したマグニチュードに応じた緊急停止範囲の新幹線をS波到達前に緊急停止させる仕組みとしています（図-3）。

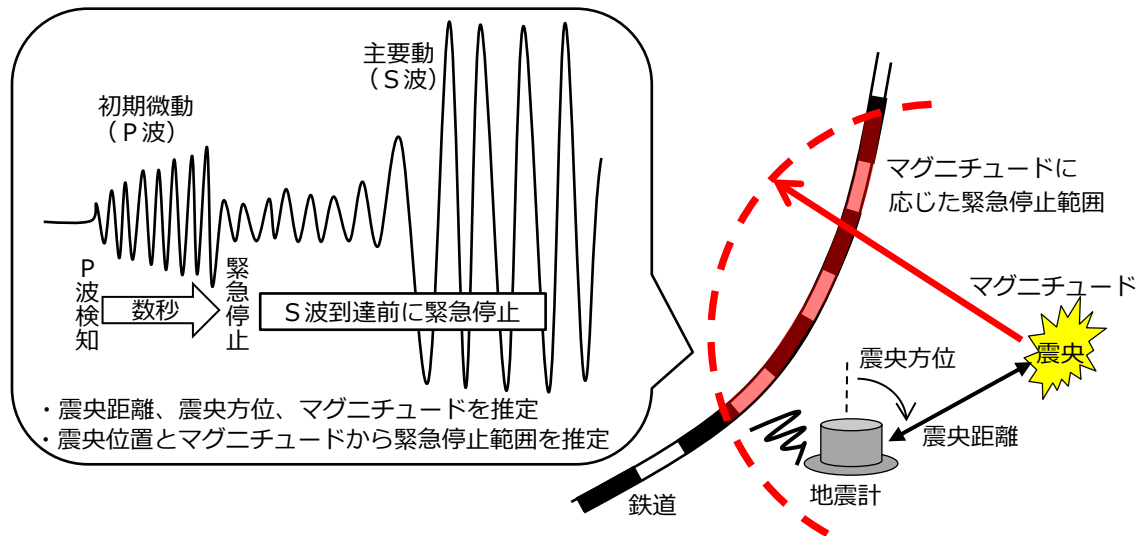


図-3 P波検知の仕組み

2. P波によるマグニチュード推定方法の見直し

マグニチュードの推定には、鉄道総研の研究成果に基づく推定式を用いています。また、この推定式は、過去の地震で得られたP波の振幅、震央距離などその際のマグニチュードから、統計的に求めています。

マグニチュードはP波の振幅の大きさに比例することが知られていますが、P波全体でもその振幅は時々刻々と変化するため、1秒ごとにマグニチュードを推定しています。P波の振幅は時間とともに大きくなるのが一般的ですが、これまで推定式の係数は時間に関係なく一定としていました。今回、推定式の係数を1秒ごとの時間とともに変化させることにより、P波検知1秒後から4秒後の推定精度が今までよりも改善し、実際のマグニチュードにより近い値を、より早く推定することが可能となりました（図-4）。

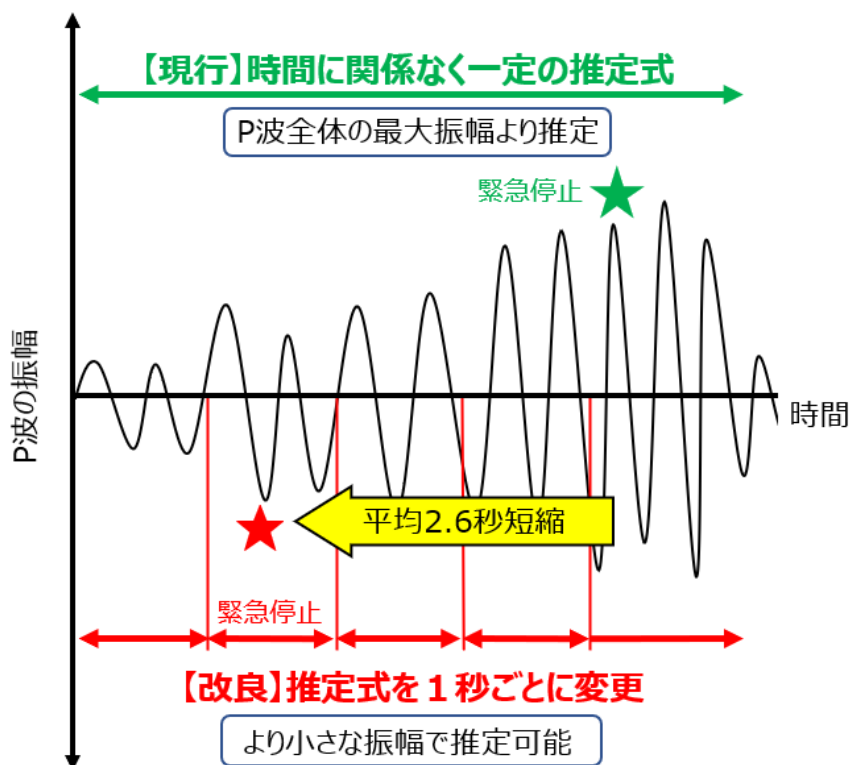


図-4 P波によるマグニチュード推定方法の見直し（イメージ）

3. 導入効果

2022年3月16日に発生した福島県沖地震を受け今後の地震対策を検討する中で、過去3年間のP波検知により緊急停止した13地震において検証した結果、P波検知から送電停止までに要する時間が現行式の平均3.9秒から改良式では1.3秒と、平均2.6秒短縮できるとわかりました(図-5)。一例として、2022年3月16日に発生した福島県沖地震では、3.1秒の時間短縮となる結果を得ました。

新幹線早期地震検知システムは、被害の最小化を目的に高速走行している新幹線を少しでも早く停止させるために改良を積み重ねてきました。今回の改良により、新幹線の地震対策は一層強化されます。

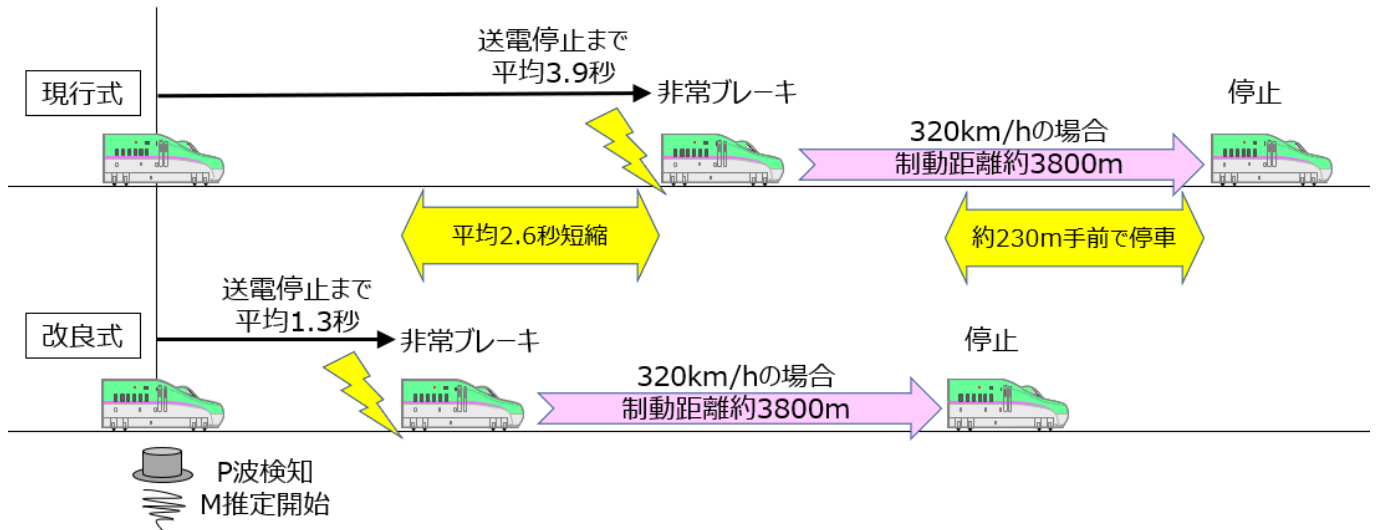


図-5 推定式改良による導入効果 (イメージ)

4. 使用開始予定

使用開始は、2024年3月を予定しています。

新幹線早期地震検知システムの変遷

主な出来事

変遷

東北・上越新幹線開業(1982)

①新幹線早期地震検知システム整備(1982)
・沿線に加えて海岸に地震計を設置(S波検知)し、早期に地震を検知する仕組み

三陸はるか沖地震(1994 M7.3)

1995

北陸新幹線長野開業(1997)

②新幹線早期地震検知システム改良(1998.11)
・S波到達前に緊急停止することを目的にP波による緊急停止手法を導入
・日本海側に海岸地震計増設

2000

東北新幹線八戸開業(2002)

三陸南地震(2003 M7.1)

新潟県中越地震(2004 M6.8)

③SI値導入(2005.9)
・運転規制判断指標を構造物の被害と相関性が高い指標への変更(gal値→SI値)

2005

新潟県中越沖地震(2007 M6.8)

岩手宮城内陸地震(2008 M7.2)

④新幹線早期地震検知システム改良(2006.10)
・P波による緊急停止手法を改良し、緊急停止を早期化

2010

東北新幹線新青森開業(2010)

⑤沿線地震計増設(2007.3)

東北地方太平洋沖地震(2011 M9.0)

⑥内陸地震計新設(2012.8)

⑦気象庁緊急地震速報の導入(2012.10)
・部外情報の活用

北陸新幹線金沢開業(2014)

2015

⑧防災科研海底地震計観測データの導入(2017.11)
・部外情報の活用

⑨新幹線早期地震検知システム改良(2018.4)
・P波による震央距離推定手法を改良し、緊急停止を早期化

2020

福島県沖地震(2021 M7.3)

⑩海底地震計観測データのエリア拡大(2019.1)

福島県沖地震(2022 M7.4)

⑪新幹線早期地震検知システム改良(2024.3予定)
・P波によるマグニチュード推定手法を改良し、緊急停止を早期化