

新幹線の地震対策に関する検証委員会
中間とりまとめ
(概要)

令和4年12月14日
新幹線の地震対策に関する検証委員会

検証の背景・目的等

2022年3月16日に発生した福島県沖を震源とする地震による東北新幹線の脱線及び施設被害※を踏まえ、これまで進めてきた新幹線の地震対策を検証し、国土交通省が取り組むべき方向性を整理するため、学識経験者等による検証委員会を設置。

※約1000箇所におよぶ施設被害のうち、高架橋等の柱の損傷が17箇所を確認されており、重い桁荷重を支えるラーメン橋台の柱の損傷は、桁の比較的大きな沈下・傾斜に繋がり、復旧に時間を要する結果となった。また、電柱については、2021年の地震に引き続き被害が発生し、損傷及び傾斜が約90箇所を確認された。

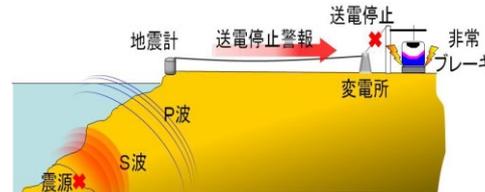
これまでの新幹線の地震対策

① 構造物の耐震対策



- ・ 高架橋：兵庫県南部地震を受け実施した耐震補強は2010年度に概ね完了し、更なる対策を実施中。
- ・ 電柱：鋼管柱への交換を基本としつつ、交換できない電柱は耐震補強を実施中。

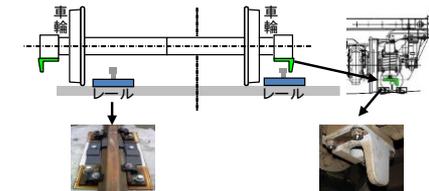
② 早期地震検知システムの充実



- ・ 地震計の増設、地震検知システムの機能強化、列車ブレーキ力の向上を図るなど、早期に列車を停止させる取組みを実施中。

③ 脱線・逸脱防止対策の促進

※図はJR北海道、東日本、西日本（北陸）で採用されている対策



- ・ 列車の脱線を極力防止するための脱線防止ガードや、仮に脱線した場合においても線路から大きく逸脱することを防止するための装置の整備を実施中。

新幹線の地震対策に関する検証委員会

- 【構成】 委員長：須田 義大（東京大学生産技術研究所教授）
委員：学識経験者、研究機関 オブザーバー：JR、鉄道運輸機構
- 【開催状況】 ・ 2022年5月31日に第1回検証委員会を開催し、12月14日に第2回検証委員会を開催。
※検証委員会の下に3つの専門WG（耐震WG、早期地震検知システムWG、脱線・逸脱防止対策WG）を設置。
・ 各WGの検証項目、開催状況等は別紙1を参照。



第1回検証委員会の様子

■これまで進めてきた地震に対する新幹線の被害軽減対策

3つの柱

- 構造物の耐震対策 : 軌道面を支えている構造物が大きく壊れないようにすること
- 早期地震検知システム : 走行中の列車を早く止めること
- 列車の（脱線）逸脱防止 : 列車が脱線、もしくは大きく逸脱しないようにすること

今回の地震被害の特徴

- 構造物の被害による軌道面の大きな変位
- 電柱傾斜による走行空間の支障
- 逸脱防止装置の一部の外れ
- 高架橋被害地点では、東日本大震災に匹敵する地震動



■今回WGを設置して検証する項目

構造物等の耐震対策

- 構造物や電柱の耐震基準等に関する現状整理、評価
今回の地震を踏まえた
 - ・ 構造物の耐震基準の見直しの必要性について
 - ・ 電柱の耐震指針の見直しの必要性について
- 高架橋や電柱の耐震補強計画に関する現状整理、評価
 - ・ これまで実施してきた耐震補強方法の妥当性について
 - ・ 耐震補強計画の確認と今後の整備のあり方について

耐震WG

早期地震検知システム

- 早期地震検知システムに関する現状整理、評価
 - ・ 現行システムの課題の有無の確認
 - ・ 更なる高度化に向けた方向性の確認

早期地震検知システムWG

列車の脱線・逸脱防止

- 脱線・逸脱防止対策に関する現状整理、評価
 - ・ 各装置の課題の有無の確認
 - ・ 脱線・逸脱防止装置に求められる（最低限の）機能の考え方について
 - ・ 脱線・逸脱防止装置の整備進捗状況と今後の整備のあり方について

脱線・逸脱防止対策WG

検証項目 /開催状況	構造物等の耐震対策 軌道面を支えている構造物が 大きく壊れないようにすること	早期地震検知システム 走行中の列車を早く止めること	列車の脱線・逸脱防止 列車が脱線、もしくは 大きく逸脱しないようにすること
第1回検証委員会（令和4年5月31日） 今回の地震の概要、東北新幹線の被害状況、これまでの地震対策等から検証の方向性を整理			
	<div style="border: 2px solid red; padding: 5px;"> 耐震WG ○ 高架橋や電柱の耐震基準・ 耐震補強に関する現状整理、 評価 第1回6月8日 第2回7月6日 第3回8月30日 第4回11月10日 </div>	<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px;"> 早期地震検知システムWG ○ 早期地震検知システムに 関する現状整理、評価 第1回9月22日 </div>	<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px;"> 脱線・逸脱防止対策WG ○ 脱線・逸脱防止対策に 関する現状整理、評価 第1回9月30日 </div>
第2回検証委員会（令和4年12月14日） <div style="border: 2px solid red; padding: 10px; display: inline-block; color: red; font-weight: bold;"> 中間とりまとめ </div>			
<div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center;"> ➡ <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px;"> 第16回 新幹線脱線対策協議会 </div> </div>			
検証委員会	検証・評価された内容がある場合 → (検証された内容から) 中間とりまとめ ← 検証・評価された内容がある場合		
<div style="border: 2px solid blue; padding: 10px; display: inline-block;"> 運輸安全委員会 調査報告 </div>			
検証委員会	最終とりまとめ※		

※運輸安全委員会による調査報告に応じ、適宜追加検討の上、とりまとめる。

構造物等の耐震対策

- 構造物や電柱の耐震基準等に関する現状整理、評価
 - ・ 今回の地震を踏まえた構造物の設計基準及び電柱の耐震指針の見直しの必要性について
- 高架橋や電柱の耐震補強計画等に関する現状整理、評価
 - ・ これまで実施してきた耐震補強方法の妥当性について
 - ・ 耐震補強計画の確認と今後の整備のあり方について

【検討状況】

□第1回 令和4年6月8日

- (1) 耐震WGの目的及び進め方について
- (2) 第1回検証委員会のご意見と対応案について
- (3) 検証内容及びその方法について
- (4) 耐震基準及び耐震補強指針について
- (5) 今回の地震における構造物及び電柱の被害状況について
- (6) 今後の検証の進め方について

□第3回 令和4年8月30日

- (1) 進め方の変更について
- (2) 第1小坂街道架道橋損傷メカニズムの推定と今後の高架橋の耐震補強について
- (3) 電柱の耐震補強計画と今後の耐震対策について

□第2回 令和4年7月6日

- (1) 第一小坂街道架道橋の耐震補強等について
 - ①第一小坂街道架道橋の耐震補強の考え方について
 - ②第一小坂街道架道橋損傷メカニズムの把握の方法について
- (2) 耐震補強の方法について
 - ①構造物の鋼板巻き補強の効果について
 - ②電柱の耐震補強の性能評価及び鋼管柱とコンクリート柱との耐震性比較について

□第4回 令和4年11月10日

- (1) 電車線路設備耐震設計指針について
- (2) 第3回耐震WGで示された耐震補強の方針を踏まえた耐震補強計画について
- (3) 中間とりまとめ案について
- (4) 継続検証内容について

耐震WGの検証の結果、構造物の耐震基準及び電柱の耐震指針及びそれらの耐震補強の方法については、見直しの必要はないが、一方で、鉄道事業者が策定している現行の耐震補強計画については、見直す必要があると評価された（別紙2及び別紙3を参照）。

併せて、これらの検証結果を踏まえ、耐震補強の当面の方針が示された（別紙4を参照）。

中間とりまとめ

■ 現行の耐震基準と耐震補強方法は妥当

- 今回の地震による鉄道構造物の応答は、現行の耐震基準に規定する標準L2地震動による応答よりも小さいこと、現行の耐震基準に基づく標準的な設計を行えば、今回の地震動に対しても所要の耐震性能を有することが解析により確認できたことなどから、現行の耐震基準は妥当である。
- 旧耐震基準で整備され鋼板巻き立て補強などの耐震補強が行われている施設については、今回を含めこれまでの地震においても被害が生じていないこと、また、鋼板巻き立て補強を実施した場合、標準L2地震動に対しても構造体としての安全性は満足することが解析により確認できたことなどから、現行の耐震補強方法は妥当である。

■ 耐震補強計画の見直し

- 今回被災し復旧に時間を要した橋台の損傷メカニズムを解析した結果、地震動により曲げ降伏後にせん断破壊が生じ、柱部材が大きく損傷し、沈下したことにより、軌道を支える桁が沈下、傾斜に至ったものと推定された。当該橋台は、一般的な高架橋と比べ、柱の本数が少ない構造形式であり、かつ片側に大きな桁荷重を支えることから、桁荷重の負担が均一ではない荷重条件であり、地震により柱が損傷した場合、今回のように桁が比較的大きく沈下、傾斜する可能性があり、復旧にも時間を要する恐れがある。
- 今回の地震により被災した橋台の柱と同程度の耐震性能であり、同様の構造形式・荷重条件の橋台にあっては、早急な耐震補強の実施が求められる。

※高架橋及び橋台：柱と梁部材が剛結したラーメン構造

重い桁荷重を支える橋台の被害及び耐震補強状況

- 道路と立体交差する東北新幹線の橋桁を支持する橋台の柱が損傷し、比較的大きな沈下が発生。
- 橋台周辺に支保工を設置し、橋桁をジャッキアップした後に、損傷箇所を補修することによって復旧。(復旧期間：26日)



電柱の耐震指針、耐震補強方法、耐震補強計画についての検証結果

■ 現行の電柱の耐震指針と耐震補強方法は妥当

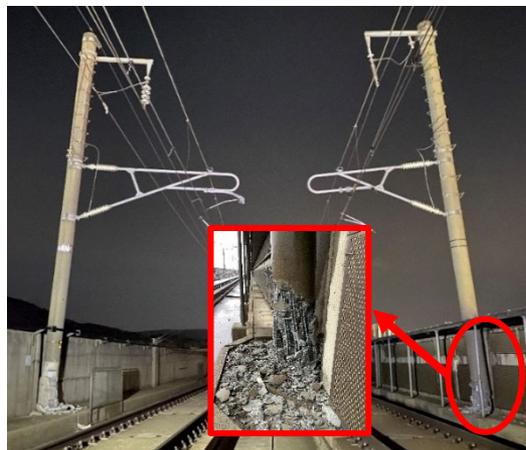
- 現行の電柱の耐震指針に基づく標準的な設計を行えば、今回の地震動に対しても所要の耐震性能を有することが解析により確認できたことなどから、現行の耐震指針は妥当である。
- 電柱の耐震補強は、鋼管柱への交換又はコンクリート製の電柱の高じん性補強*が行われているが、鋼管柱への交換及び高じん性補強は、解析結果より所要の耐震性能を有していること、適切な施工が行われた箇所では、今回の地震においても整備効果が発揮されたことから、現行の耐震補強方法は妥当である。

■ 耐震補強計画の見直し

- 高架橋等上に建植された電柱の耐震補強は、営業時間外の限られた時間における効率的な施工が求められているため、地盤が揺れやすいなど地震の影響を受けやすい区間や運行頻度が高い区間など被害による影響の大きさ等、高い整備効果が得られる箇所を選定し、鉄道事業者が計画している耐震補強を可能な限り早く進めることが必要である。
- 併せて、更なる整備促進に繋がる耐震補強方法の検討や、地震発生後の早期復旧に向けた対応の検討（予備電柱の確保等）を求める。

*コンクリート製の電柱下部のPC鋼線を切断、外側に補強鉄筋を取付けた鋼管を巻くことで高じん性の性能を持たせた補強方法

高架橋等上のコンクリート製の電柱の被害及び耐震補強状況



耐震補強

鋼管柱への交換



高じん性補強



【高架橋】

目標	更なる安全性の確保や早期に機能が回復できることを目的に、大規模な地震に対して構造物が崩壊しないほか、構造物が損傷しても軌道を支える桁が大きく沈下、傾斜しないこと。
優先箇所の選定	曲げせん断耐力比等の部材単位の診断に加え、荷重条件や構造形式を考慮し選定する。
整備方針	鉄道事業者が策定している耐震補強計画に基づき耐震補強を可能な限り速やかに進める。この中でも、今回の地震により被災した橋台の柱と同程度の耐震性能であり、重い桁荷重を支えるといった同様の構造形式・荷重条件の橋台にあっては、早急な耐震補強を実施する。なお、補強をする場合は構造物の耐震性能をより効果的に向上させるため、構成する全ての柱を同時期に施工することを基本とする。

新幹線のPC桁を支える一径間のラーメン橋台における曲げせん断耐力比が1.0未満の柱は、2025年度までに前倒しする形で優先的に耐震補強を進める。

【電柱】

目標	大規模な地震に対しても電柱の倒壊や列車走行空間を支障するような損傷が生じることを防ぐこと。
優先箇所の選定	地盤が揺れやすいなど地震の影響を受けやすい区間や運行頻度が高い区間など被害による影響の大きさ等、高い整備効果が得られる箇所を選定する。
整備方針	鉄道事業者が策定している耐震補強計画に基づき耐震補強を可能な限り早く進める。併せて、更なる整備促進に繋がる耐震補強方法の検討や、地震発生後の早期復旧に向けた対応を検討する。

新幹線の高架橋等上の単独コンクリート製の電柱については、鉄道事業者が策定している現行の耐震補強計画を確実に実施するとともに、更なる整備促進に繋がる耐震補強方法の検討や、地震発生後の早期復旧に向けた対応の検討を進める。

2022年3月末現在

【現行計画】

	JR東日本 (東北新幹線・上越新幹線)	JR西日本 (山陽新幹線)	備考
①高架橋柱の総本数	約 77,000本	約 41,600本	
②耐震補強対象本数	約 46,220本	約 35,100本	
③阪神・淡路大震災を受け実施した緊急耐震補強本数	約 18,920本	約 32,600本	・2010年度までに完了
④緊急耐震補強以降の耐震補強対象本数 (現行計画)	約 27,300本	約 2,500本	・JR東日本は2028年度までの完了を目標 (2019年6月公表時点の目標であり前後する可能性あり) ・JR西日本は2027年度までの完了を目標
⑤④のうち、未着手で補強計画がある柱の本数	約 9,600本	約 620本	

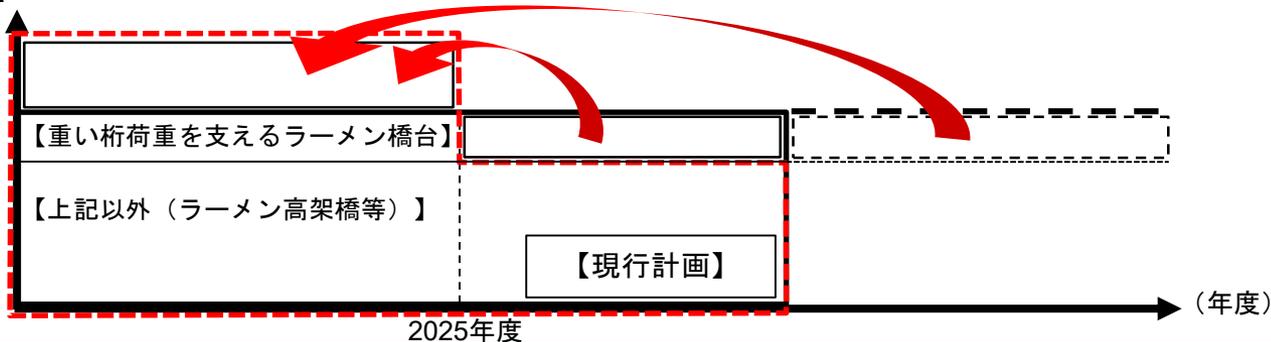
※柱本数は各社の管理方法により計上方法が異なる。
 ※JR東海（東海道新幹線）の耐震補強は2008年度までに概ね完了。

【耐震補強計画の見直し】

曲げせん断耐力比が1.0未満の柱を有するPC桁を支える一径間のラーメン橋台の全ての柱本数	約970本 (うち現行計画外約560本)	約170本 (うち現行計画外約150本)	2025年度を 目標期限

【イメージ図】

(本数)



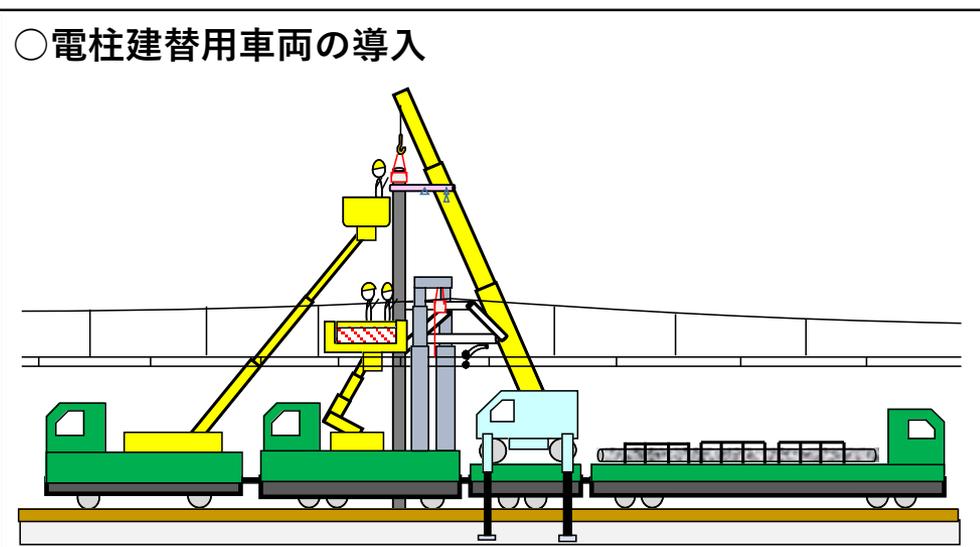
2022年3月末現在

【耐震補強計画】

	JR東日本 (東北・上越新幹線)	JR西日本 (山陽新幹線)	備考
①高架橋等上の単独コンクリート製の電柱の総本数	約20,000本	約5,500本	
②耐震補強本数 (現行計画)	約20,000本	約2,500本	
③②のうち、未着手で具体的な施工計画がある柱の本数	約4,000本	約1,500本	・2027年度までの完了を目標

※JR東海（東海道新幹線）の耐震補強は1997年度に完了

(耐震補強の加速化に向けた取組み例)



■更なる整備促進に繋がる耐震補強方法の検討

■地震発生後の早期復旧に向けた検討

・予備電柱の確保など

早期地震検知システムWG

早期地震検知システム

- 早期地震検知システムに関する現状整理、評価
 - ・ 現行システムの課題の有無の確認
 - ・ 更なる高度化に向けた方向性の確認

【検討状況】

□第1回 令和4年9月22日

- (1) 早期地震検知システムWGの目的及び進め方について
- (2) 早期地震検知システムの状況について
- (3) 第1回検証委員会のご意見と対応案について
- (4) 検証内容及びその方法について
- (5) 今回の地震における早期地震検知システムの作動状況について
- (6) 地震計データの相互利活用に向けた取組み
- (7) 今後の検証の進め方について

□次回WG

- ・ 第1回WGの意見を踏まえ、各早期地震検知システムの作動状況から課題を整理し、対応方針等を検討

脱線・逸脱防止対策WG

列車の脱線・逸脱防止

- 脱線・逸脱防止対策に関する現状整理、評価
 - ・ 各装置の課題の有無の確認
 - ・ 脱線・逸脱防止装置に求められる（最低限の）機能の考え方について
 - ・ 脱線・逸脱防止装置の整備進捗状況と今後の整備のあり方について

【検討状況】

□第1回 令和4年9月30日

- (1) 脱線・逸脱防止対策WGの目的及び進め方について
- (2) 脱線・逸脱防止対策の状況について
- (3) 第1回検証委員会のご意見と対応案について
- (4) 検証内容及びその方法について
- (5) 今回の地震における逸脱防止対策の検討状況について
- (6) 今後の検証の進め方について

□次回WG

- ・ 今回の地震における構造物及び車両の挙動等を踏まえた装置の課題の整理と対応方針 等

耐震WG

□次回WG

- ・ 新幹線の耐震補強の今後の方向性の検討