

第1章 JR東日本 (東北新幹線)

第1項 被害状況

1. 震災発生直後の状況と対応

(1) 震災発生時の列車運行状況と営業列車への影響
(※新幹線についての記述は福島県以北とする。)

東北新幹線は、当該時間には仙台・盛岡支社管内で14本の列車が運行しており、そのうちの13本の列車にお客さまが乗車していた。14時46分、JR東日本管内に設置してある新幹線早期地震検知システム(図2.1.1)の海岸地震計があらかじめ定めた基準値を観測、これにより、最も揺れが激しかった仙台駅～古川駅間を約270km/hで走行中だった2本の新幹線は、これらの列車が運転中止基準値18.0カインを超過する12～15秒前に送電が停止し、列車への電力供給を遮断したため、自動的に非常ブレーキが作動、全ての列車が緊急停車し、お客さまが乗車していた13本の列車に脱線はなかった。しかし、仙台駅構内を約70 km/h走行中だった試運転7932B列車は地震発生に伴い非常ブレーキが作動したものの、停止直前に低速にて脱線し、脱線後約3m走行し停車した。(写真2.1.1)

新幹線早期地震検知システムが観測したSI値(速度スペクトル強度、単位カイン= cm/sec)の確定は新幹線運行本部で行われるが、度々発生する余震の影響により、線路設備の警備範囲の確定までに数十分程度要した。運転中止の判断指標が18.0カイン値以上であったため、今回の本震では、仙台・盛岡支社管内で大規模地震扱いとなった。(図2.1.1)



写真 2.1.1 脱輪した 7932B

地震計設置箇所(新幹線早期地震検知システム)

設置箇所	全支社合計	仙台支社	盛岡支社
沿線	50	18	19
海岸	太平洋側	3	3
	日本海側	6	1

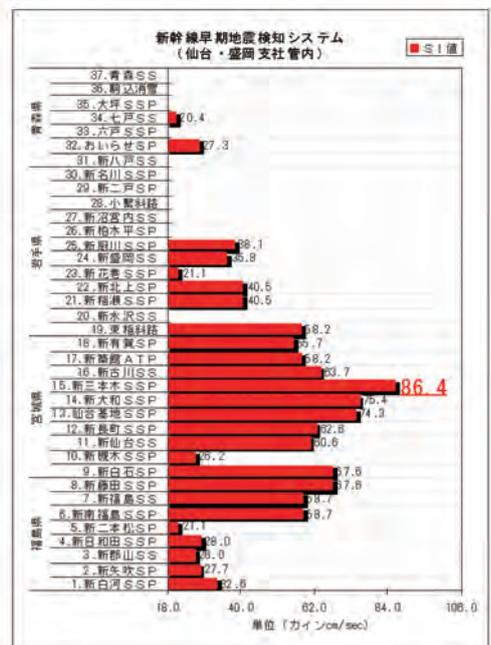


図 2.1.1 東北新幹線における新幹線早期地震検知システム設置箇所とカイン値

(2) 乗客等の救済、避難誘導（駅間停車列車等）

①福島県以北における列車在線位置

地震発生時における新幹線の在線状況は、新白河駅～白石蔵王駅間で5本、仙台駅～一ノ関駅間で5本、新花巻駅～七戸十和田駅間で4本、合計14本の列車が運行しており、4,442名のお客さまがご乗車していた。（図2.1.2～5）

②駅構内お客さま救済

緊急停車した14本の列車のうち、郡山駅構内下り2番線に停車していた274B、福島駅下り2番線の139B、ならびに上り1番線の58B、一ノ関駅上り1番線の60Bの計4本の旅客列車に乗車していたお客さまは、ホーム上に降車できたため、すぐに救済できた。

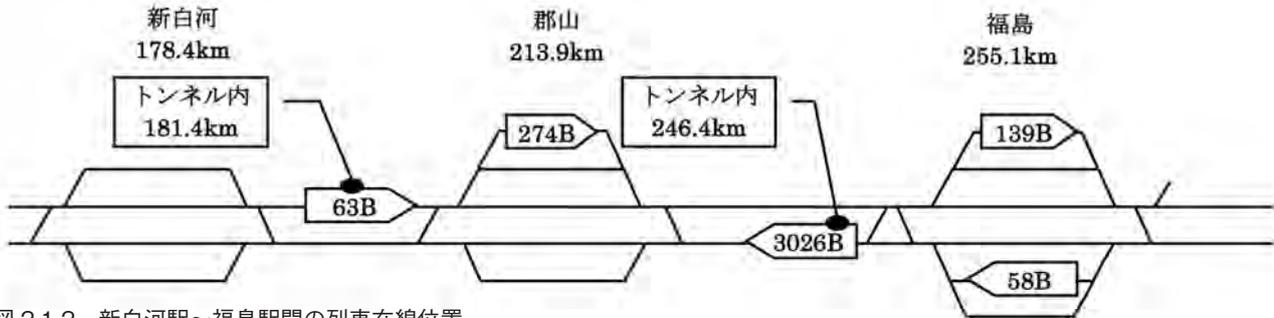


図 2.1.2 新白河駅～福島駅間の列車在線位置

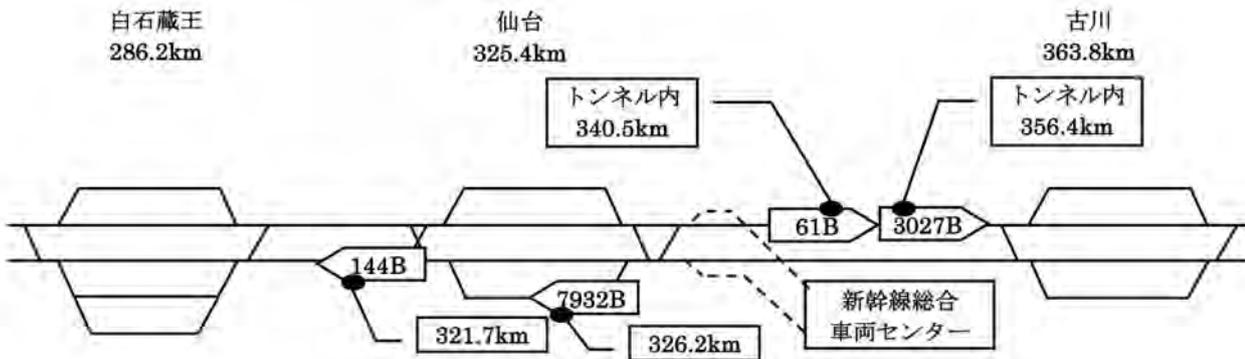


図 2.1.3 白石蔵王駅～古川駅間の列車在線位置

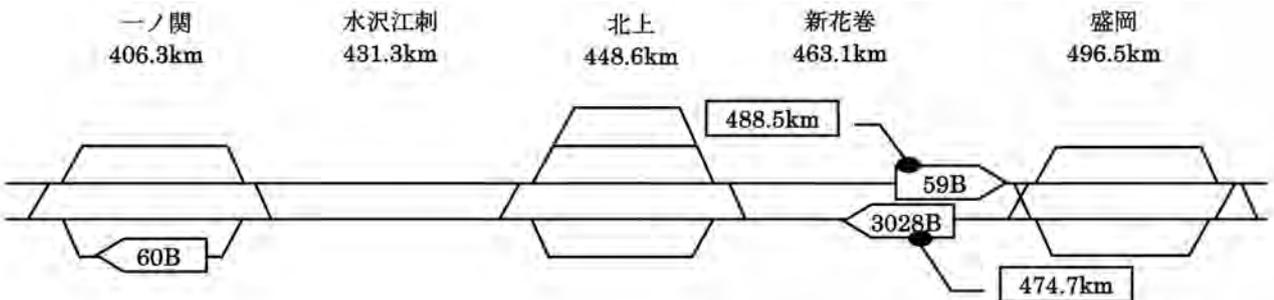


図 2.1.4 一ノ関駅～盛岡駅間の列車在線位置

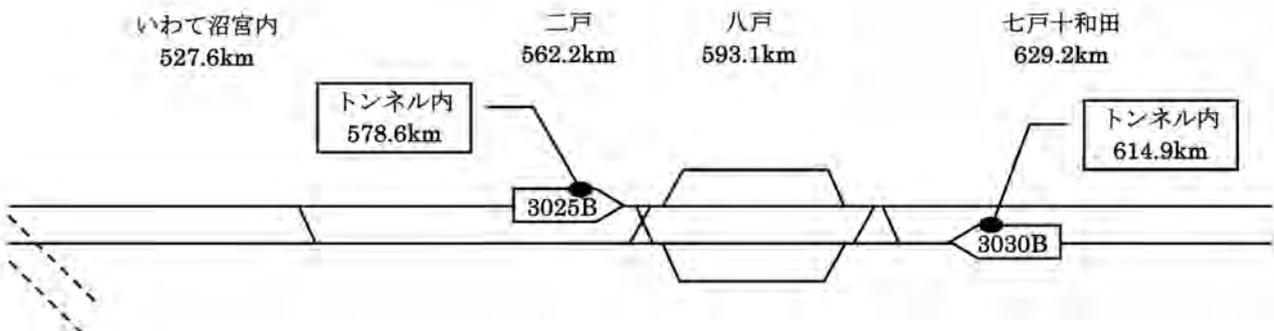


図 2.1.5 二戸駅～七戸十和田駅間の列車在線位置

仙台駅から、発車したばかりの144Bは上りホームから約300mの位置で緊急停車したため、降車のためには安全確認の必要があり、当社の設備係員等を中心に、安全確認を行ったうえで、列車から線路内に降車させ、お客さま救済を実施した。(写真2.1.2)



写真 2.1.2 お客さま救済時の状況

③ 63B お客さま救済

お客さま220名が乗車中の63Bは、新白河駅～郡山駅間走行中、飯沢トンネル内で停車した(写真2.1.3)。10数名程度の当社社員で救出に向かうと、暗い車内で救助を待つお客さまの不安な表情があった。

救済方法については、徒歩で新白河駅まで移動することとなった。避難先は白河市内の中学校体育館と決定し、1グループ50名程度に分かれ、小雪の舞う中、避難を開始した。予想に反して、不満や文句を言われるお客さまがいなかったことと、また、お客さま同士声を掛け合い、助け合いの行動の積み重ねが無事に避難できた要因であった。新白河駅到着後、バスで避難先へ移動した。いずれも運転士・車掌の的確な誘導と、乗車されていたお客さま、地域住民の方々、自治体の方々の協力があり、事なきを得た。郡山駅社員は避難しているお客さまへ翌日(3月12日)の朝食と昼食として、備蓄していた非常食と水を届けることにしたが、道路はいたるところで陥没し、信号機も機能していなかったため、大渋滞となっており、到着は翌12日明け方の4時頃となってしまった。12日午後になり、手配していたバスが到着し、お客さまに各方面のバスにご乗車いただき救済を完了した。



写真 2.1.3 緊急停車した63B

④ 3026B お客さま救済

お客さま1,083名が乗車中の3026Bは、郡山駅～福島駅間走行中、福島トンネル内(全長11km)の中央部付近で停車した。停車している3026Bの車内は停電による影響で照明及び空調が機能しておらず、トンネル内の非常灯がわずかに点灯している状態であった。当日(3月11日)のバスの手配がつかないことから、1,083名のお客さまは当社社員による供食や飲料水等の配付により車内で一夜を過ごすことになった。当初、供食や飲料水等の配付は工事用車両を使って現地まで運搬する予定であったが、甚大な被害を受けた線路状態では走行することができず、保守基地線途中で引き返すこととなった。また、トラックにて運搬を実施することとしたが、63Bの救済と同様、道路環境が劣悪であったために、お客さまへ供食や飲料水等が届いたのは地震発生から12時間後の翌日(3月12日)午前2時頃であった。

翌12日、バス手配が可能になったことから、安全を考慮したうえで、朝の明るくなった時間帯に車内からお客さまに降車して頂き、トンネル内の斜坑(写真2.1.5)を約300m歩いて登り、斜坑出口から、バスにて避難所まで移動し、救済を完了した。



写真 2.1.4 緊急停車した 3026B (福島トンネル)



写真 2.1.5 トンネル斜坑

⑤ 61B お客さま救済

お客さま 397 名が乗車中の 61B は、仙台駅～古川駅間走行中、第四利府トンネル内で停車した。3月11日17時45分、お客さま救済のため、当社社員による第1陣が出発した。

救済方法については、停車している 61B から最短にある保守用門扉からの救済となった。61B から待機しているバス乗り場まで約 500m を歩行し、翌日 (12 日) 1 時頃、お客さま全員をバスに誘導した。利府町のご好意により、お客さまを町役場避難所、青山小学校、しらかし台小学校の 3ヶ所へ無事に救済することができた。その後、大宮方面に 1 台、宇都宮方面に 1 台、バスを手配し、61B のお客さまは、地震発生後の翌日 (12 日) の 19 時に救済を完了した。

⑥ 3027B お客さま救済

お客さま 764 名が乗車中の 3027B は、仙台駅～古川駅間走行中、三本木トンネル内で停車した。新幹線運行本部による救済指示のもと、自治体のマイクロバスを手配し、ピストン輸送で何度も避難所を往復した。関連会社の協力で非常食、飲料水、毛布をお客さまに配付し、翌日 (12 日) 3 時 20 分、無事に救済を完了した。

⑦ 59B お客さま救済

お客さま 98 名が乗車中の 59B は、新花巻駅～盛岡駅間に停車した。

お客さま救済のため、バス 2 台を手配し、北上地区指導センター・盛岡支社社員を救済現場に派遣、同日 21 時 08 分、お客さまに降車して頂き、同日 21 時 25 分に降車が完了し、順次、救済バスにご乗車頂き、盛岡駅西口にある岩手県民情報交流センター (アイーナ) と盛岡地域交流センター (マリオス) に避難して頂いた。

⑧ 3028B お客さま救済

お客さま 780 名が乗車中の 3028B は、新花巻駅～盛岡駅間走行中、第四北上川橋りょう上に停車した。

3月11日17時55分、当社社員による飲料水配付を実施した。同日19時25分、新幹線運行本部は救済バスの手配がつかないことや 3028B が停車している付近に避難する場所もないことから、当日 (11 日) の救済を断念した。その後、毛布、飲料水、弁当等を配付した。翌日 (12 日) 6 時過ぎに第一陣のバスが盛岡駅を発車した。3月12日7時20分に 3028B から降車を開始し、13時に降車が完了し、救済バス (累計 18 台) にて、盛岡駅西口にある岩手県民情報交流センター (アイーナ) と盛岡地域交流センター (マリオス) に避難して頂いた。

⑨ 3025B お客さま救済

お客さま約 500 名が乗車中の 3025B は、二戸駅～八戸駅間に停車した。

お客さま救済のため、翌日 (12 日) にバス 10 台を手配し、同日 7 時 10 分頃、お客さまに降車して頂き、同日 11 時 10 分頃に降車が完了し、順次、救済バスにご乗車頂き、青森県立八戸西高校に避難して頂いた。

⑩ 3030B お客さま救済

お客さま 310 名が乗車中の 3030B は、八戸駅～七戸十和田駅間走行中、六戸トンネル内に停車した。3月11日14時50分、車掌は放送と車内巡回を行い、「乗車310名、けが人なし、具合の悪いお客さま1名」と新幹線運行本部に報告した。

同日19時25分、新幹線運行本部は救済バスの手配がつかないことや付近に避難する場所もないことから、当日(11日)の救済を断念した。同日22時頃、毛布、飲料水、弁当をお客さまに配付した。翌日(12日)1時、新幹線運行本部は救済バス(累計5台)の手配を済ますと、明朝(12日)から救済を開始することを決定する。12日7時15分頃よりお客さまの降車を開始し、順次、救済バスにご乗車頂き、同日11時15分過ぎに、青森県立八戸西高校に避難して頂いた。

⑪各駅における避難誘導

東北新幹線の各駅では、駅構内にいたお客さまや店舗スタッフを駅舎の外へ一時避難させた。

また、特に被害が大きかった仙台駅では駅構内にいたお客さまやホームに停車中の列車に乗車されていたお客さま、構内店舗スタッフ等の安全確保のために駅構内から外のペデストリアンデッキへ誘導を行ったことから、ペデストリアンデッキ上は多くの人で埋め尽くされた。(写真2.1.6)



写真 2.1.6 地震直後のペデストリアンデッキ

しかし、ペデストリアンデッキ上は駅舎からの飛来物による危険性もあったために、駅社員を中心に1階駅前広場へと再度誘導案内を行った。その際、グループ会社社員等も協力し避難誘導を行った。(写真2.1.7)



写真 2.1.7 1階駅前広場へ避難誘導

⑫避難所へ移動したお客さまのその後(盛岡支社の場合)

その後、避難場所となった各箇所から、首都圏方面へ向かわれるお客さまは、バスで酒田駅まで移動、同駅から列車に乗車し新潟駅経由で東京方面へ向かうルートでご案内し、また、他のエリア(仙台、盛岡、八戸、青森、秋田)の各方面へのバス調整を図った。

平成23年3月13日、盛岡駅前のマリオスとアイーナに避難していたお客さまのうち、首都圏方面447名をバス11台で13日6時06分に酒田駅に向けて出発、仙台方面へは98名をバス2台で7時36分に出発、八戸方面へは18名をバス1台、青森方面へは33名をバス1台、秋田方面へは13名をバス1台で、それぞれ各方面へ8時20分に出発し、9時07分にすべてのお客さまの出発が完了した。

八戸西高校からは、首都圏方面283名をバス6台で8時05分に酒田駅に向けて出発、仙台方面へは99名をバス4台で9時28分に出発、青森方面へは78名をバス2台で11時00分に出発し、すべてのお客さまの出発が完了した。

一関文化センターからは、翌日(3月14日)に首都圏方面107名をバス3台で8時13分に酒田駅に向けて出発し、仙台方面へは12名をバス1台で8時13分に出発、盛岡方面へは11名をバス1台で8時14分に出発し、すべてのお客さまの出発が完了した。

※新幹線車内から3避難箇所への救済者数は実数。その後、自ら移動したお客さまもいることから避難箇所からの救済数とは一致しない。

また、供食手配については、停電等により新たな供食物の製造は困難を極めたが、可能な限りの手配を行った。一部は仙台の業者へ手配するが道路事情もあり、3月12日の早朝の救済に間に合

わな可能性もあったが、盛岡市内の業者から900食が手配でき、はやて28号の救済時にはお客さまに飲食物を供給することができた。

八戸駅へは、3月12日用として盛岡駅に準備できた2,000食のうち、ワゴン車に限界まで載せ約300食を提供できた。

3月13日朝食分として、盛岡へ900食、八戸へ500食、14日朝食分として一ノ関へ250食を手配し、供食を行った。

⑬新幹線からの避難にあたり

今回の震災で、救済作業現場において主体的な役割を果たしたのが、当社の設備社員である。その主な理由については、救済する保守用門扉の位置を設備系統以外では、ほぼ把握できていなかったという点がある。

仙台・盛岡支社管内における東北新幹線の約6割は、山間部に敷設されているため、特に3026B(写真2.1.4)や3027Bの救済を行う予定であった門扉付近の道路は、救済バスの通行が難しかった。

また、バス会社への救済要請については、連絡困難による情報不足で思うように手配ができない状況であった。

なお、新幹線の保守用門扉は通常、線路設備を点検するために設備社員が線路内外に立ち入りするための設備である。(写真2.1.8)



写真 2.1.8 新幹線の保守用門扉

2. 鉄道施設等の被害(被害状況の把握)

(1) 軌道・土木構造物

新幹線運行本部は、お客さま救済を優先するため、全ての列車を運休とした。その後、お客さま救済では、当社の設備社員を中心に、救済する保守用門扉までの案内などを迅速に対応した。救済

が完了した区間から、設備社員による新幹線線路設備の点検を実施したが、当夜は天候不良と停電の影響から、点検不十分であったために、翌日(12日)早朝から線路設備の点検を行うこととした。

①軌道

軌道については、土木構造物変状(高架橋・トンネル等)に起因した軌道の変位が発生したほか、桁ずれによる突起コンクリートやレールと軌道スラブを固定するレール締結装置の破損、レール締結装置を構成するうえで重要な役割を果たす軌道パッドの破損や脱落も多く確認された。(写真2.1.9と写真2.1.10は軌道の変位)

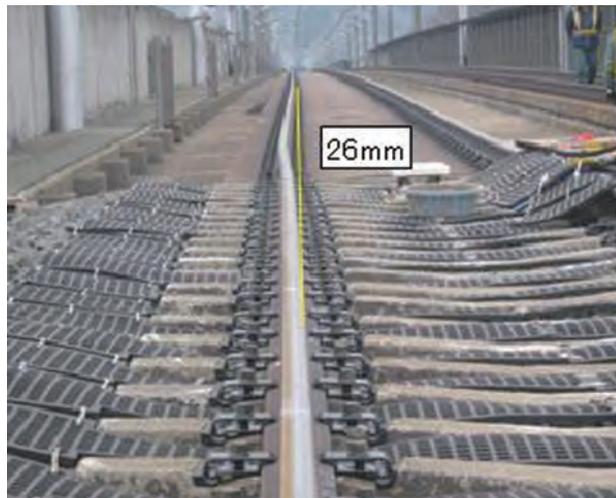


写真 2.1.9 軌道の変位(新白河駅構内)



写真 2.1.10 軌道の変位(仙台駅~古川駅間)

②土木構造物

土木構造物については、震源に近い宮城県と岩手県を中心に甚大な被害を受けた。写真2.1.11は、本震で被災した東北新幹線仙台駅構内にある合成桁橋の支承部の損傷状況を示す。ピン支承と呼ばれる固定側のピン中央部が破損し、線路直角方向

に約 200mm 移動していた。写真 2.1.12 は支承部が破損し、合成桁の移動に伴い軌道の変位が発生した箇所を示す。

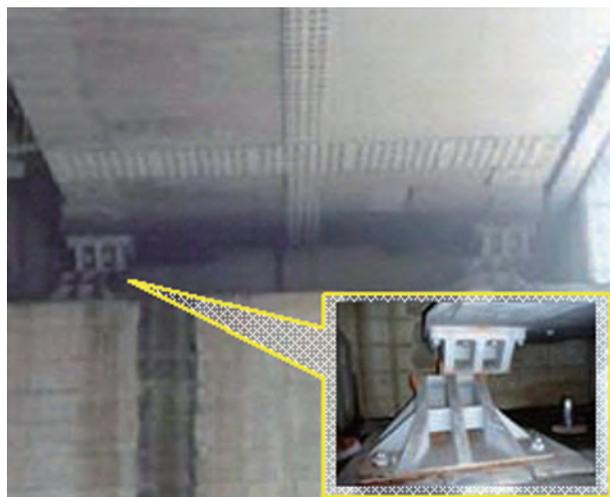


写真 2.1.11 合成桁のずれ



写真 2.1.12 軌道の変位 (仙台駅構内)

また、東北新幹線白石蔵王駅～仙台駅間の志賀トンネル内の一部区間において、路盤隆起に伴う軌道の変位が発生した (写真 2.1.13)。郡山駅～福島駅間の福島トンネルにおいても、同様の変位が発生した。被害トンネルの分布は広範囲となったが、新潟県中越地震で見られたトンネル崩壊などの大きな被害は発生しなかった。

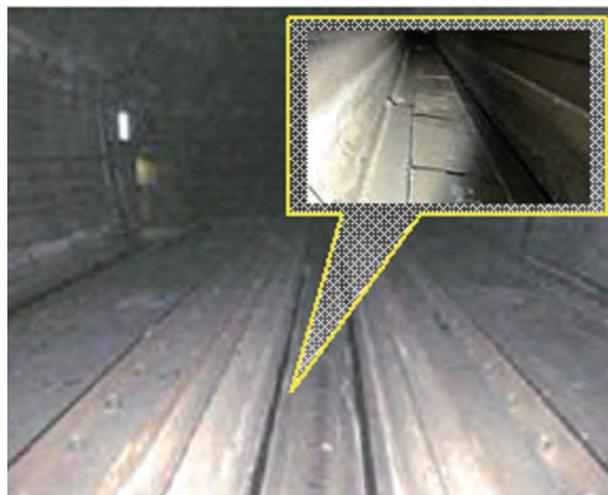


写真 2.1.13 路盤の隆起・変状

写真 2.1.14 は本震で被災した東北新幹線北上駅～新花巻駅間の高架橋柱の損傷状況を示す。高架橋の端部の柱に被害が大きく、コンクリートが破壊して内部のコンクリートが落下し、軸方向に鉄筋が露出した。



写真 2.1.14 高架橋柱の損傷 (北上駅～新花巻駅間)

(2) 電気設備

電気設備については、土木構造物と同様、震源に近い仙台エリア及び福島県伊達エリア並びに一ノ関駅以北を中心に甚大な被害を受けた。軒並み電化柱の根元から折損し、鉄筋が剥き出した状態のものが数多く確認された。写真 2.1.15 は東北新幹線水沢江刺駅～北上駅間の電化柱折損箇所である。電化柱が折損し、建て直しの必要なものと、傾斜を整正するもの、あわせて約 540 ヶ所確認しており、被害の大きさを物語っている。写真 2.1.15 の折損した電化柱を支えているのは架線や信号通信用線である。

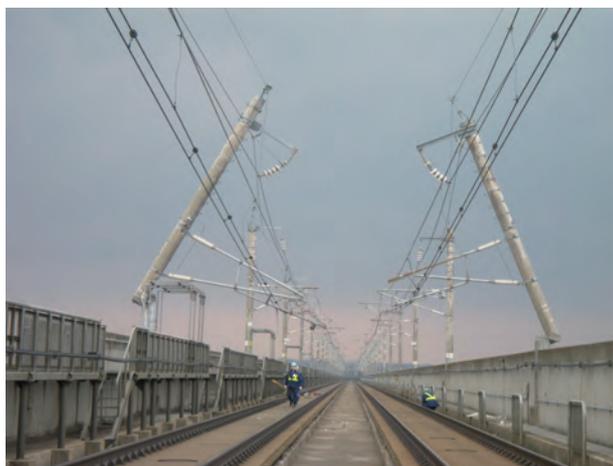


写真 2.1.15 電化柱の折損（水沢江刺駅～北上駅間）

(3) 駅舎

駅舎については、仙台駅構内の天井仕上げ材の一部が剥がれ落ち、ホーム階段室の ALC（軽量気泡コンクリート）パネルが崩壊するなどの被害を受けた。写真 2.1.16 及び写真 2.1.17 は本震直後の新幹線ホームを示す。ホームや線路内に、天井仕上げ材の一部や ALC（軽量気泡コンクリート）パネルが落下するなどの被害が発生したが、幸いにもお客さまに怪我はなかった。



写真 2.1.16 仙台駅天井仕上げ材の落下



写真 2.1.17 ホーム階段室 ALC 崩壊

他にも駅舎内の各種設備に、多くの被害箇所を確認した。写真 2.1.18 は福島駅新幹線ホームに敷設されているエレベータ破損状況を示す。



写真 2.1.18 エレベータ搭屋三方枠他破損（福島駅）



写真 2.1.19 みどりの窓口内破損状況（仙台駅）

(4) 車両基地設備

車両基地設備については、宮城県利府町にある新幹線総合車両センターにおいて、地盤沈下による道床流出等に伴う軌道の変位を多数発見し、車両の点検・入れ換え作業等に支障を来すことが判明し、東北新幹線の本線と同様にこちらの整備等も実施する必要があることが確認できた。（写真 2.1.21）



写真 2.1.20 地震発生直後の検修庫内



写真 2.1.21 新幹線総合車両センター内の軌道の変位

■ 主な被害と復旧状況

主な被害	箇所数	進捗率(注)
電化柱の折損・傾斜・ひび割れ	約540箇所	約70%
架線の断線	約470箇所	約70%
高架橋柱等の損傷	約100箇所	100%
軌道の変位・損傷	約20箇所	100%
変電設備の故障	約10箇所	約85%
防音壁の落下・傾斜・剥離	約10箇所	100%
天井材等の破損・落下	5駅	約80%
橋桁のずれ	2箇所	100%
橋桁の支点部損傷	約30箇所	100%
トンネル内の軌道損傷	2箇所	100%
合計	約1200箇所	約75%

※高架橋、橋りょう、駅舎、トンネルの崩落はありません。

■ 区間毎の復旧状況

区間	箇所数	進捗率(注)
大宮～那須塩原	約120箇所	3/15運転再開
那須塩原～福島	約270箇所	約95%
福島～新幹線総合車両センター(仙台付近)	約390箇所	約55%
新幹線総合車両センター(仙台付近)～一ノ関	約150箇所	約25%
一ノ関～盛岡	約230箇所	約98%
盛岡～新青森	約40箇所	3/22運転再開
合計	約1200箇所	約75%

(注)運転再開をするための復旧工事の進捗率であります。運転再開後に更に補強工事等を行うことがあります。



図2.1.6 東北新幹線の地上設備の主な被害と復旧状況(平成23年4月4日発表)

第2項 復旧に向けた取り組み

1. 復旧に向けた組織体制の構築

震災発生直後、当社では「地震発生に伴う対策本部」を設置した。図 2.1.7 はその体制を表す。

議題の主体は、各線の点検結果、被災の規模、復旧優先区間の復旧工程・調整、復旧見込み等の状況報告がなされた。

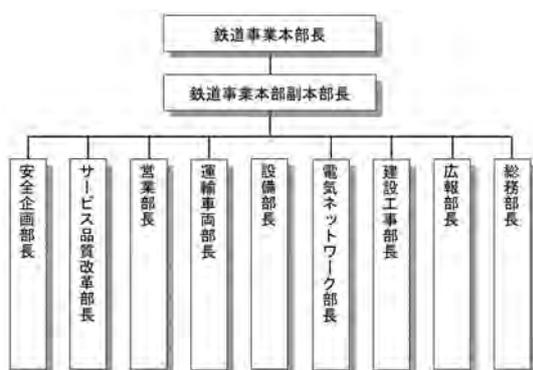


図 2.1.7 地震発生に伴う対策本部の構成

対策本部の構成員は下記のとおりである。

本部長：石司副社長

副本部長：富田副社長、小縣副社長、新井副社長、見並常務、深澤常務、林常務、柳下常務、宮下常務

本部員：各主管部の部長

（役職は平成 23 年 3 月 11 日現在による。）

2. 復旧工事と輸送確保（代行輸送等）

(1) 復旧方法と復旧計画の策定

今回の地震による被害は、電化柱の倒壊や土木構造物の変状、軌道の変位が多く、復旧作業にあたっては、各系統とも工事車両を多く使用するため、各系統の作業競合調整を綿密に行う必要があった。

また、当初は運転中止区間でも、作業員の線路への立入・退出の承認は従来のルールに則り東京にある新幹線運行本部で実施しており、連絡に手間取っていた。そこで、新潟県中越地震の経験から、運転中止区間については、東京の新幹線運行本部の統制から切り離し、大宮・仙台・盛岡支社の統制に変更することで、効率的に作業を進められるようにした。

①復旧体制

被害規模が甚大なため、通常エリアの修繕工事を担当している施工会社だけでは施工能力に限界があることから、本社や支社間の調整を経て、他エリアの設備パートナー会社による全面的な応援体制により、応急・復旧工事を行うこととした。

②燃料の確保

被害状況の調査や復旧工事において、最も苦慮したことのひとつに、燃料（軽油・ガソリン）の確保があった。地震発生直後から市中での燃料の調達が極めて困難な状況であった。当初「緊急車両優先」を掲げるスタンドの中には、JR の社名入りの車であれば給油できる箇所もあったが、燃料不足が長期化するにつれて、緊急車両（写真 2.1.22）でも容易に調達ができなくなっていき、苦慮することとなった。

特に宮城県内においては、被災後 1 ヶ月程度、仙台市を中心した被災地の自動車燃料の枯渇が継続していた。そのため、「緊急車両証明証」の発行を国土交通省東北運輸局へ依頼し、東北新幹線の被害調査及び応急・復旧工事に携わる車両に対し、宮城県内の緊急車両用ガソリンスタンドで優先給油が可能となった（第 1 編第 4 章第 5 項参照）。



写真 2.1.22 緊急車両の認可（警察発行のもの）

軽油については、気動車向けの貯蔵燃料や他社からの支援などを受け、確保が比較的可能な状況であった。また、免税軽油を登録機器以外で使用することが特例として認められたことで、応急・復旧工事の立ち上がりを早めることができた。

(2) 復旧工事

①軌道

前述した各系統の設備社員による新幹線線路設備の点検は平成23年3月16日をもって全線完了した。この点検で東北新幹線が甚大な被害を受けていることが明確となった。次のステップに移行し、翌日（3月17日）からは新幹線を走行させるため、現状の軌道の変位を的確に把握するとともに、修繕計画に反映させることになった。本来は電気・軌道総合検測車（以下、「East i」という。）で軌道の変位を把握することが望ましいが、電化柱の倒壊や宮城県利府町にある新幹線総合車両センターの被害等の理由から、East iが使用できなかったため、簡易軌道検測装置（以下、「トラックマスター」という。）やレーザー測量機器などを用いて測定を行った。しかし、これだけでは部分的な測定に限られるため、京浜急行電鉄(株)の軌道検測車（以下、「EM30」という。）や、西日本鉄道(株)の牽引式トラックマスターを借用し、広範囲にわたる軌道検測を実施した。



写真 2.1.23 軌道検測車（EM30）



写真 2.1.24 牽引式トラックマスター

これらの軌道検測によるデータの解析で一番苦労した点が、東北地方全域にわたるライフライン寸断である。写真 2.1.25 は、電力が供給されてい

ないため、発電機を使用してのデータ解析風景を示す。



写真 2.1.25 発電機を使用してのデータ解析

順次、EM30 による軌道検測が終了し、データの解析が終了した区間から、応急・復旧工事を開始した。

○軌道復旧工事体制

軌道関係についても地震により大きな被害を受けたが、関係機関の総力で4月末日をもって運転再開を果たすことができた。特に新幹線の軌道工事については、ミリ単位の精度が要求されるほか、軌道スラブの復旧という前例のない工事であるため、軌道全般の技術指導として、軌道コンサルタント（株日本線路技術）等々の技術スタッフの応援をもらいながら、技術的課題を克服することができた。



写真 2.1.26 マルチプルタイタンパー作業

②土木構造物

新幹線土木構造物の点検は、各土木技術センターにより実施した。点検開始当初は、通信機器の障害により被害状況把握に苦慮しながらの情報集約となったが、被害の特徴として、被害が広範囲に発生しているものの、落橋やトンネル崩壊などの大規模な被害は見られなかった。これは、兵庫県南部地震や新潟県中越地震を契機に当社が継続的に取り組んできた耐震対策の成果であったと言える。土木構造物の大規模な被害はなかったが、前述したとおり被害箇所は広範囲に及んだため、運転再開に向け、計画的に復旧作業に取り組んだ。

○土木構造物復旧工事体制

復旧工事については、日々系統間の作業調整を図りながら、工程管理を行った。資材等の調達には当社がバックアップ、他支社やパートナー会社からの人材派遣もあわせ早期復旧に向けた体制を整えた。また、被害状況を土木技術センターから写真等を含め本社へ集約し、過去の大地震の際に培った経験から、技術支援という形で復旧工法などを現場に還元したことで、新幹線の土木構造物について短期間で復旧を可能にした。



写真 2.1.27 ラーメン橋脚損傷の復旧状況
(左から被災状況，復旧中，復旧完了)

写真 2.1.27 のように損傷した柱は、ひび割れに樹脂を注入し、変形した主鉄筋を再配置したうえで、モルタル打設により断面修復を行い復旧し、運行開始後に鋼板巻き補強を行うことで地震対策を行った。「第 1 項 被害状況」で前述した写真 2.1.11 の東北新幹線仙台駅構内にある合成桁橋の支承部の損傷箇所については、ジャッキを用いて

桁を元の位置に戻したうえで、ピンを設置して、支承の両側にあるコンクリート壁から支承を押しやる移動制限装置を新設し復旧を行った。その他、高架橋区間において桁が大きくずれた箇所は、ジャッキによる桁の移動を行ったうえで支承部の補修を行った。



写真 2.1.28 高架橋柱の復旧作業

③電気設備

電車線設備については、電化柱の折損及び傾斜したものが約 540 ケ所あり、折損した電化柱の建替と傾斜した電化柱については、補強し建て起こしを行い復旧した。架線に関しても断線した約 470 ケ所について、添線等で接続して仮復旧させた。電車に送電を行う電車線路の測定は、East i による測定が望ましいが、電化柱の倒壊や宮城県利府町にある新幹線総合車両センターの被害等の理由から、East i が使用できなかったため、福島駅以南の部分開通時に使用できなかったことから、手測定による点検を行った。苦労した点として、多数の工事用車両が必要となり、他支社及び他会社からの協力を得ながら復旧にあたった。



写真 2.1.29 電化柱の撤去

折損柱の撤去を進めるために、架線を電化柱から外す必要があった。複雑に絡みあったトロリー線やき電線を機力と人力を組み合わせ1線ずつ解きほぐし、架線を外した。また、解きほぐしたトロリー線についた強いくせや破損した電柱金具、断線したPW線等は補修した。



写真 2.1.30 電化柱の立替

変電設備については、支持がいしの折損、変圧器のブッシングや冷却器から漏油が発生したため、漏油箇所の応急修理を行い仮復旧した。



写真 2.1.31 変電所の特高変圧器の全景

○電力復旧工事体制

新幹線の復旧にあたっては、震災により多数の倒壊した電化柱を、工事用車の機動力により速やかに撤去し、建植を実施して早期の復旧ができた。関係各位の総力で平成23年4月29日をもって全線運転再開を果たすことができた。

④信号通信設備

信号通信設備については、信通社員による新幹線の設備点検を行った結果、福島駅構内アプローチ部中継信号機の傾斜と一部折損、仙台駅新幹線ホーム上の信号設備（移動禁止表示器や出発反応標識）が天井落下・垂下の影響により支持柱折損・湾曲、また、宮城県利府町にある新幹線総合車両センター構内信号機器室内のケーブル落下等があった。信通社員及びパートナー会社社員が協力体制をとり、日夜奮闘しながら応急工事を行い、4月末の運転再開を果たすことができた。

⑤駅舎

駅舎については、今回の震災で特に被害が大きかった仙台駅構内の天井仕上げ材の落下やホーム階段室のALC（軽量気泡コンクリート）パネル崩壊、窓ガラスのひび割れなどの被害が集中した。震災翌日には、パートナー会社へ応急・復旧工事の要請を行い、震災3日後（3月14日）には本格的な応復旧工事に着手し、多い時には仙台駅構内の復旧工事だけで1日300人を超える作業員が工事に従事した。



写真 2.1.32 ホーム階段室壁復旧

ホーム天井仕上げ材は、落下せず残った部分もあるが、全て撤去し、吊下げ物や下地材はワイヤーブレス等で補強を行い、使用を開始した。天井の恒久的な復旧方法は現在検討中である。

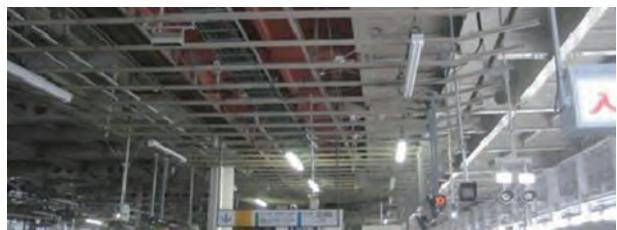


写真 2.1.33 ホーム天井仕上げ材撤去

⑥車両・車両基地

地震発生直後、仙台駅構内で停止直前に低速にて脱線した試運転列車 7932B は、平成 23 年 3 月 24 日に車両検修社員を中心に各システムの協力のもと、脱線復旧を行った。写真 2.1.34 及び写真 2.1.35 は当日の脱線復旧風景を示す。



写真 2.1.34 脱線復旧作業その 1



写真 2.1.35 脱線復旧作業その 2

(3) 震災後の輸送確保（代行バスの運行）

震災により運転を見合わせた区間については、バス等では輸送力が確保できないことから、復旧作業を優先とし、代行輸送は実施しなかった。被災当初、東北自動車道も通行止めとなっていたことから、首都圏方面へのお客さまは、新潟までの高速バスと上越新幹線を利用されていた。また、仙台空港～羽田空港間で臨時便が運行されるようになるなど、一部空路へシフトしたようである。さらに、東北自動車道等が通行可能となった時期から、各社の高速バスが運行を再開し、一定の輸送力を提供していただいた。

(4) お客さまへの広報

地震により、仙台・盛岡支社管内全線で運転見合わせとなった。JR 仙台支社ビルは停電でパソコンや FAX、電話が使用できなくなり、広報室から各報道機関への広報ができなくなった。

JR 盛岡支社ビルは非常用電源が稼動していたことにより、FAX によるプレス発表を行った。

①報道機関を通じたお客さまへの広報

仙台支社ビルの指令室が自家発電していることから、仙台支社では第 1 報を指令 FAX から報道 21 社に対して、FAX を送付することとした。その後も継続的に情報提供を行った。図 2.1.8 は停電により、懐中電灯と手巻き発電付懐中電灯を使用し、平成 23 年 3 月 12 日 4 時 15 分現在の運転状況等を手書きで作成した広報文である。



図 2.1.8 手書きによる第 1 報プレスリリース

盛岡支社ビルでは、非常用電源が稼動していることから、盛岡支社では、第 1 報で盛岡支社管内の運転状況を 3 月 11 日 18 時 30 分に、FAX にてプレス発表を行った。その後も継続的に日々の運転状況・運転計画の情報提供をプレス発表及びホームページを通じて行った。

②駅におけるお客さまへの広報

地震発生後、各駅においてお客さまの避難・誘導を最優先に行った。また、「JR きっぷ・旅行商品の払い戻し」、「各線区の運転状況や運転計画の案内」などをお客さまへ案内した。

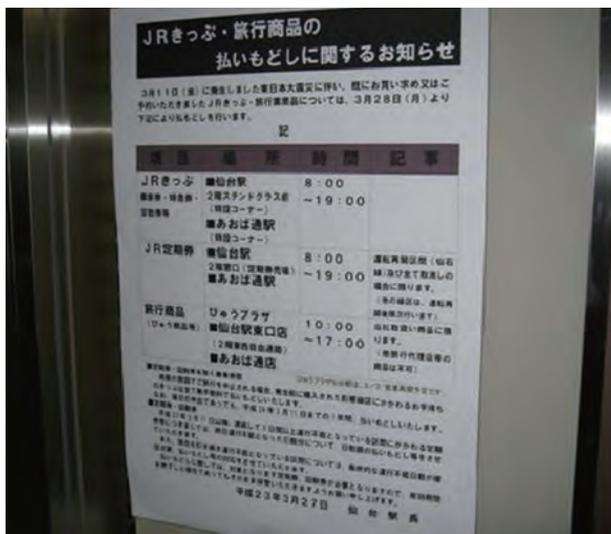


写真 2.1.36 払い戻し等に関するお知らせ

第3項 運転再開

1. 運転再開にあたっての安全確認等

運転再開については、各系統の復旧作業が終了し、き電の確認がなされた後に、駅間に在線していた数本の新幹線車両の引き抜きを行った。引き抜き作業は運転再開日の数日前に行われるため、限られた時間で在線箇所の線路等点検を行う必要があった。

2. 盛岡駅～新青森駅間運転再開（3月22日）

平成23年3月22日（火）、運転を見合わせていた東北新幹線は、盛岡駅～新青森駅間の調査・復旧工事が当初の復旧見込み（平成23年3月23日）より一日早く終了したため、運転を再開した。3月22日は1日6.5往復、3月23日からは10往復運転をした。

3. 那須塩原駅～福島駅間運転再開（4月12日）

平成23年4月12日（火）、那須塩原駅～福島駅間の一部区間において徐行運転とし、運転を再開した。これにより、東京駅～福島駅間まで開通となった。

また、同日より運転再開する東北本線福島駅～仙台駅間で、臨時快速列車「新幹線リレー号」を上下計16本運転し、仙台～首都圏の鉄道輸送が再開された。これにあわせて、山形新幹線も東京まで直通運転が可能となった。（「新幹線リレー号」は4月24日まで運転）

4. 一ノ関駅～盛岡駅間運転再開（4月7日）

平成23年4月7日（木）、一ノ関駅～盛岡駅間の調査・復旧工事が当初の復旧見込み（平成23年4月8日）より一日早く終了したため、一部区間は徐行運転とし、運転を再開した。なお、当日は上下各5本（うち新青森直通は下り4本、上り5本）を運転した。

5. 福島駅～仙台駅間運転再開（4月25日）

平成23年4月25日（月）、東京駅～仙台駅間は「はやて」「やまびこ」を44往復運転する形で運転を再開した。これにあわせて、東北本線仙台駅～一ノ関駅間で臨時快速列車を6往復運転することとした。

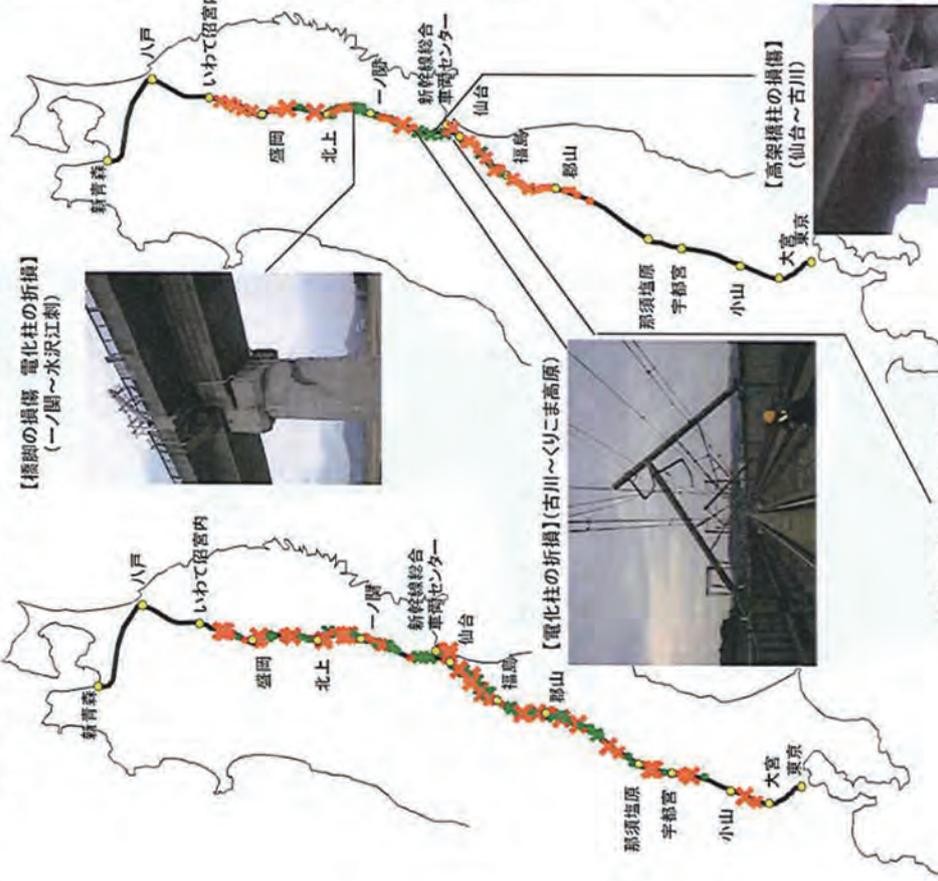
6. 4月7日の余震による被害と運転再開への影響

本震発生以降の最大の余震が平成23年4月7日23時32分に発生した。その日は東北新幹線の一ノ関駅～盛岡間が運転再開した当日であった。東北新幹線では古川駅～くりこま高原駅間（新古川変電所）で66.4カインであった。4月7日の余震を受けての被害状況を図2.1.9に示す。東北新幹線高架橋上に留置していた電力関係の工事用車両や、宮城県利府町にある新幹線総合車両センターに留置していたEast iが脱線し破損したため、復旧工程に大きな支障が生じた。また、この余震の影響により、一旦は復旧した新幹線総合車両センター構内においては、写真2.1.37及び写真2.1.38に示すとおり、再度、軌道の変位等が発生した。

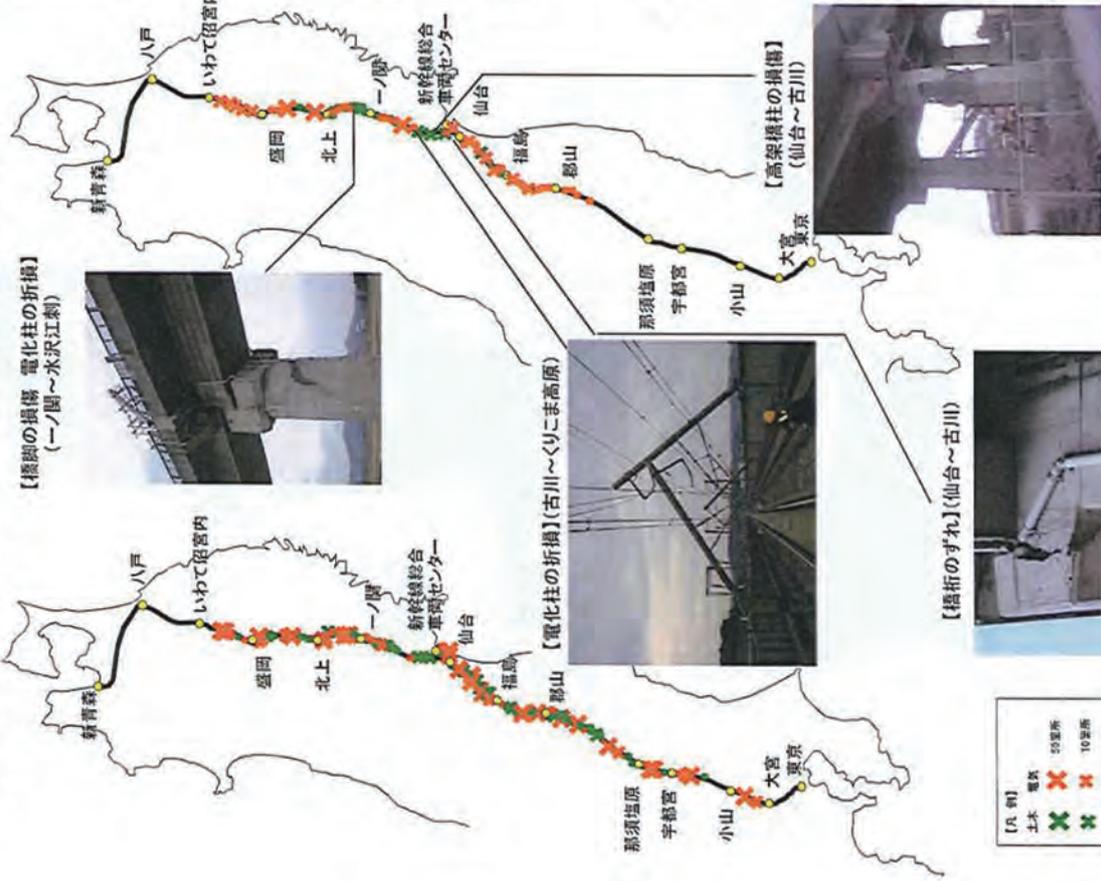


写真 2.1.37 軌道の変位（新幹線総合車両センター）

【3/11本震による被害】



【4/7余震による被害】



■ 主な被害と復旧状況

主な被害	3/11本震		4/7以降余震 被害箇所数 (C)	4/7以降に 復旧する 被害箇所数 (D)=(B)+(C)	(D)に対する 進捗率 ^(注)
	被害箇所数 (A)	4/7時点で 復旧未了の 被害箇所数 (B)			
電化柱の折損・傾斜・ひび割れ	約540箇所	約60箇所	約270箇所	約330箇所	約90%
架線の断線	約470箇所	約30箇所	約200箇所	約230箇所	約95%
高架橋柱等の損傷	約100箇所	-	約20箇所	約20箇所	約70%
軌道の変位・損傷	約20箇所	-	約20箇所	約20箇所	約70%
変電設備の故障	約10箇所	1箇所	約10箇所	約10箇所	約70%
防音壁の落下・傾斜・剥離	約10箇所	-	2箇所	2箇所	約50%
天井材等の破損・落下	5駅	1駅	2駅	3駅	約90%
橋桁のずれ	2箇所	-	7箇所	7箇所	約50%
橋桁の支点部損傷	約30箇所	-	約10箇所	約10箇所	約60%
トンネル内の軌道損傷	2箇所	-	-	-	-
合計	約1200箇所	約90箇所	約550箇所	約640箇所	約85%

※高架橋、橋りょう、駅舎、トンネルの崩落はありません。

■ 区間毎の復旧状況

主な被害	3/11本震		4/7以降余震 被害箇所数 (C)	4/7以降に 復旧する 被害箇所数 (D)=(B)+(C)	(D)に対する 進捗率 ^(注)
	被害箇所数 (A)	4/7時点で 復旧未了の 被害箇所数 (B)			
大宮～那須塩原	約120箇所	-	-	-	100%
那須塩原～福島	約270箇所	-	約50箇所	約50箇所	100%
福島～新幹線総合車両センター(仙台付近)	約390箇所	約10箇所	約140箇所	約150箇所	約90%
新幹線総合車両センター(仙台付近)～一ノ関	約150箇所	約80箇所	約150箇所	約230箇所	約70%
一ノ関～盛岡	約230箇所	1箇所	約160箇所	約160箇所	約90%
盛岡～新青森	約40箇所	-	約50箇所	約50箇所	100%
合計	約1200箇所	約90箇所	約550箇所	約640箇所	約85%

(注) 運転再開をするための復旧工事の進捗率であります。
運転再開後に更に補強工事を行うことがあります。

図 2.1.9 東北新幹線の地上設備の主な被害と復旧状況 (平成 23 年 4 月 17 日発表)



写真 2.1.38 軌道の変位（新幹線総合車両センター）

7. 全線運転再開（4月29日）

東北新幹線は、必要な点検と修繕を終了し、平成23年4月29日より全線で運転を再開することとなった。東京駅～仙台駅間では上下線108本、東京駅～盛岡駅間では上下57本、東京駅～新青森駅間では上下29本を運転することとなった。

全線運転再開にあわせて、『つなげよう、日本。』『がんばろう日本！がんばろう東北！』の車体ステッカーを貼って運転することとした。（図2.1.10）

また、「はやぶさ」を東京駅～新青森駅間で1往復、東京駅～仙台駅間で1往復運転し、グランクラスの営業も行き、グランクラス料金の一部を被災地支援の義援金として寄付すると決定した。なお、那須塩原駅～盛岡駅間の一部区間は徐行運転での再開となった。

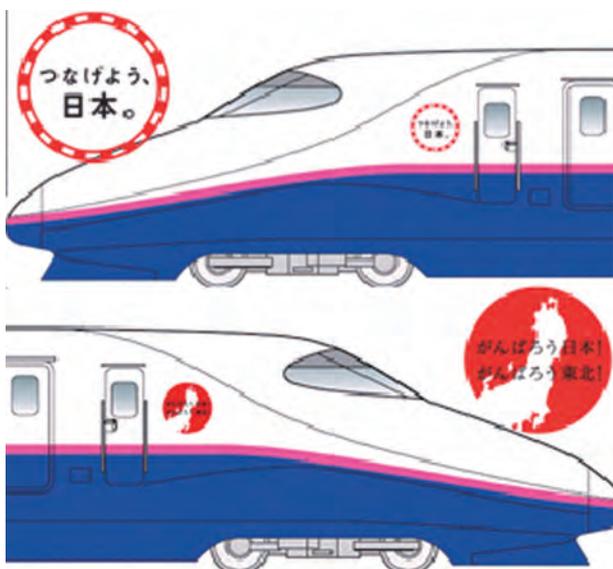


図 2.1.10 各種ステッカー

4月29日の全線開通後も、速度規制による暫定ダイヤでの運転が続いた。所定速度で運転するためには架線や軌道等について、さらに精度の高い調整が必要な箇所が存在したため、順次優先順位を決め、調整作業を実施し、完了した区間ごとに速度向上を実施することとなった。

7月29日には那須塩原駅～福島駅間及び一ノ関駅～盛岡駅間で、9月23日には東北新幹線全線で速度規制を解除し、約半年ぶりに震災前の所定ダイヤ（最高速度300km/h）で運転できることとなった。

第4項 得られた教訓と次なる災害への備え

今回の大震災を通じて、当社の進めてきた大規模地震対策は効果があったと考えているが、今後の課題として、以下の項目（案）が挙げられる。

1. 脱線現象の解明と対策
2. 電化柱、架線の補強
3. 駅舎等の大規模天井の補強
4. 首都直下型地震対策
5. 駅間停車列車からの旅客救済及びその後の避難場所確保について

今回の大震災では、当社は広範囲にわたり大きな被害を受けた。今後さらに被害状況を検証・分析したうえで有効な耐震補強・地震対策を検討し、さらに地震に強い鉄道を目指した取り組みを推進していきたいと考えている。

過去の震災で得られたノウハウの活用
(弊社における地震対策)

JR 東日本

①耐震補強

弊社は阪神・淡路大震災以降、第一段階として「せん断破壊先行型」の高架橋柱や橋脚について耐震補強を進めてきた。新幹線では全エリアを2007年度までに、在来線では南関東・仙台エリアを2008年度までに補強完了している。

現在は第二次耐震補強対策として、「曲げ破壊先行型」の高架橋柱等に対する補強を進めているところである。



写真1 高架橋の耐震補強対策について

今回、最も揺れの激しかった仙台エリアやその他の地域で、地震の揺れによる高架橋・橋梁の落橋等の深刻な被害は生じなかった。また、耐震補強を実施した高架橋柱等に被害はなく、これまで実施してきた耐震補強の効果があったといえる。

②新幹線早期地震検知システム

弊社においては、線路沿線や海岸付近に地震計を設置し、地震動を観測することにより列車の運行を管理している。なお、その指標としては構造物の被害と相関性が高いといわれているSI値(速度スペクトル強度、単位カイン= cm / sec)を用いている。

なかでも新幹線では、1990年代から地震検知後により早く列車の非常停止を行うため、早期地震検知・警報システム(ユレダス)が開発され、弊社では1998年に既設のS波地震計の地震検知機能に加えて、S波よりも早く到達するP波検知地震計(コンパクトユレダス)を導入した。

また、海岸部で発生する地震を早期に検知するために、太平洋側及び日本海側に海岸地震計を設置している。さらに、新潟県中越地震の対策として沿線地震計の増設及び、より早く送電停止が可能なようにシステム改良を行った。

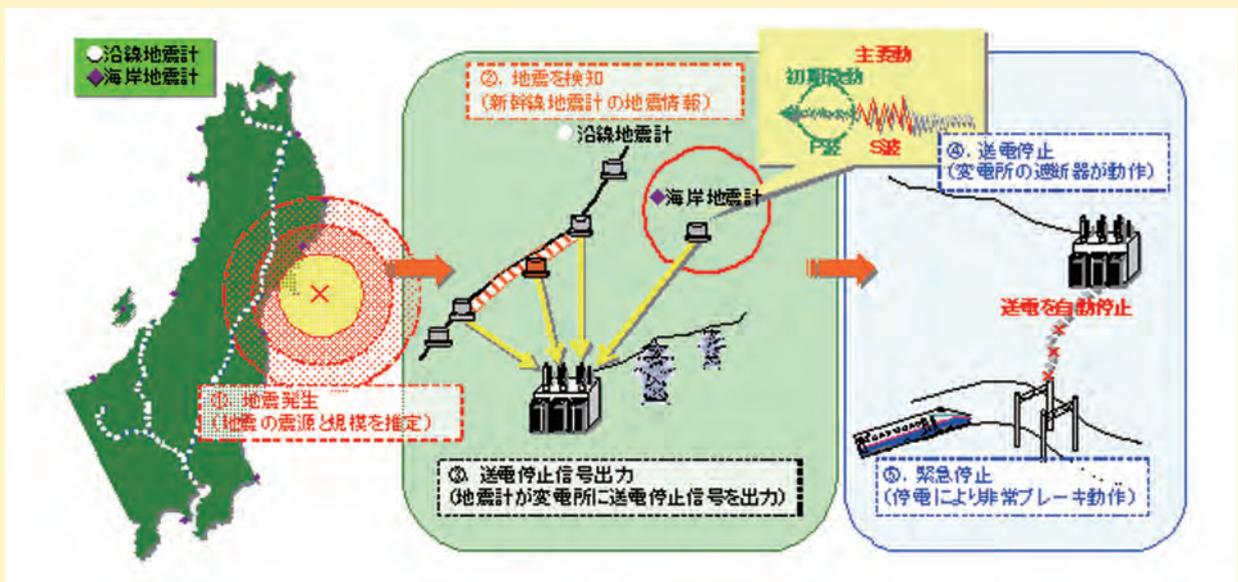


図1 新幹線早期地震検知システムの概念図

③脱線対策

2004年の新潟県中越地震での新幹線脱線事故に関する調査により、レールがガイドとして機能すれば脱線車両を安全に停止まで導けることが示唆されたため、レールを利用して車両の逸走を防止する対策がとられた。そこで車両側に「L型車両ガイド」(写真2)、軌道側に「地震対策用接着絶縁継目」(写真3)と「レール転倒防止装置」(写真4)を導入し、3つの対策を共に機能させることにより、脱線時の被害拡大防止を図ることにした。

(ア) L型車両ガイドについて

「L型車両ガイド」は軸箱の下面に装着され、脱線した場合にレール側面に接触して、それ以上の車両の左右方向への変位を抑制して車両が大きく逸脱することを防止するものである。現在、すべての新幹線営業車両に装着されている。



写真2 L型車両ガイド

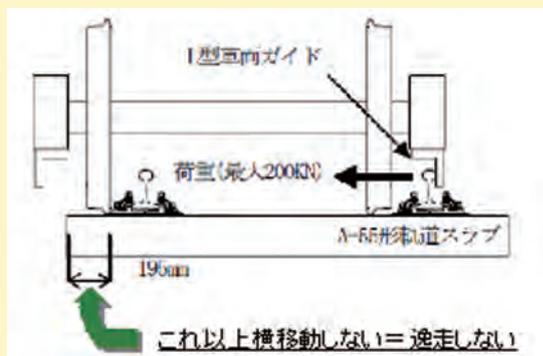


図2 脱線時における被害拡大対策の機能

(イ) 接着絶縁継目について

地震脱線対策として、接着絶縁継目の破断防止策を実施している。これは車両が脱線した際に、車輪もしくは台車の部材が、接着絶縁継目に接触する時の衝撃を低減させることを目的に形状を改良している。具体的にはボルトに直接車輪が当たらないように継目板にテーパを付けるなどの形状改良を行っている。現在これらについても設置を推進している。(仙台・盛岡支社：平成23年度で設置完了予定。)



写真3 地震対策用接着絶縁継目

(ウ) レール転倒防止装置について

車両の逸脱防止を図るため、スラブ軌道用の「レール転倒防止装置」を導入している。なお、バラスト軌道用のレール転倒防止については現在開発を進めている。レール転倒防止装置(写真4)については、主に以下の性能を有している。

- ・レール締結装置が全て破壊されたとしても、レールの横移動を抑えることができる(脱線した車両が軌道スラブから落下しない)。
- ・車輪が踏み越えても、レール転倒防止装置自体は破壊しない。
- ・レール締結装置と同等の電気絶縁性能を有する。



写真4 レール転倒防止装置

今後も、これらの地震対策を継続して取り組み、鉄道の安全・安定輸送の確保に努めていきたい。

2011. 3. 11東北新幹線・車中にて

国土交通省東北運輸局 W. M

平成23年3月10日(木)より関東運輸局で開催された会議に出席し、翌11日に会議終了後仙台への帰路につきました。

東京駅から東北新幹線・やまびこ63号(列車番号63B)に乗車し、約1時間うたた寝をしていましたが、ふと目を開け少し時間が過ぎたところ、急に車内天井の蛍光灯が消え(一部は点灯状態)てしまったことから、電路設備の故障あるいは車両の集電装置の故障等が生じ、非常電源に切り替わったのかと思いました。

それから20秒ぐらい経過したでしょうか。何の前ぶりもなく、それこそ突然、新幹線が「グワン」とひっくり返った感じの大きな揺れが生じ、急制動により14時50分、福島県の最初の駅である「新白河」を過ぎたトンネル内で停車しました。

何が起きたのか全く不明でしたが、14時55分に車掌さんから最初の車内放送があり地震により緊急停車したことが判明し、15時11分に震度7、16時14分には架線が切断している等の案内があり、運行再開は不可能であることを知らされました。

その後、私も含めた乗客は、居住地の状況等が何も情報がない中で、時折携帯電話のメールがつながり、津波発生やガス爆発により大延焼等の断片的な内容が飛び込んできましたが、どうしようもない諦めの気持ちで待っていたところ、JRさんの手配により20時頃(?)から乗客が白川中央中学校に避難開始し、0時30頃(?)終了しました。(運転士さんや車掌さんは、そのまま新幹線に待機していたと聞いています。)避難所は、毛布、菓子パン、お茶等の支給がありましたが、とても体が休まるものではなく、余震で揺れるたびに、体育館の天井に吊してあるバスケットボールのゴールポストが落ちてくるような恐怖にかられ、一睡も出来ない状態で明け方まで過ごしました。

避難所から仙台への帰路についたのは、東京勤務の友人が自家用車で仙台の自宅へ向かっていることをメールで知り、ご厚意に甘えて3月12日朝5時頃に東北本線・白河駅で待ち合わせし乗せてもらい、仙台の職場には同日13時頃到着しました。

職場は、庁舎の損傷やロッカー等が倒壊し、想像以上の被害であることに愕然とし、これからどうなるのか、不憫・不安な日々が続いたことは言うまでもありません。