

東北新幹線の被災状況と復旧

東日本旅客鉄道株式会社設備部
まつ お しん じ しもやま たかし
 課長 松尾 伸二・課長 下山 貴史

1. はじめに

2011年3月11日に発生したM9.0の東北地方太平洋沖地震は、広範囲に長時間の揺れをもたらした。巨大津波を発生させるなど、鉄道に対してもさまざまな被害をもたらした。

鉄道では、線路沿線や海岸付近に地震計を配置し、地震動を観測し列車の運行を規制しており、JR東日本では、地震の観測指標に構造物の被害と相関性が高いといわれているSI値を用いている。3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震では、新幹線の新藤田変電所で107.7kine（中止基準値18kine）を記録した。

地震発生後、速やかに構造物の点検を実施し、被害状況の把握に努めた。補修が必要と判断した箇所については、復旧計画の策定を行い、当社グループ、施工会社の総力を結集して復旧工事に取り組むとともに、社外の多くの方々からご協力をいただいた。また、復旧中にも余震がたびたび発生し、4月7日の余震では、新たに多数の被害が発生したものの、津波被害のあった線区以外は4月中に運転を再開することができた。

本稿は、東北新幹線の地上設備の主な被災状況と復旧に関して紹介するものである。

2. 地震の検知と列車抑止

地震計が地震動を捉えたことにより、東北新幹線では東京～新青森間の全線にわたり列車を運行する電気を止める警報を発令した。特に、震源に近い仙台付近では、太平洋沿岸に設置していた地震計がいち早く地震の揺れを検知して、警報を出すことにより、列車の運行中止基準に相当する強い揺れが線路に到達する12～15秒前に列車の非常ブレーキを動作させることができた。

3. 新幹線施設の被災状況と復旧

表一 および図一 に東北新幹線の主な被害内容と箇所数および被害地点を示す。3月11日の本震では大宮～いわて沼宮内まで広範囲でさまざまな構造物が多数被災した。地上設備全体では約1,200カ所の被害が発生し、4月7日には復旧未完了箇所は約90カ所を残すまでになったものの、当日の余震で新たに約550カ所の被害が生じた。

今回の地震では、高架橋・橋梁の倒壊や落橋等の致命的な被害はなく、耐震補強を実施した柱等の被害も発生していない。また、トンネルについては新潟県中越地震のような覆工コンクリートの

表—1 東北新幹線の主な被害内容と箇所数

主な被害	3/11本震		4/7以降余震
	被害箇所数	4/7時点で復旧未了の被害箇所数	被害箇所数
電化柱の折損・傾斜・ひび割れ	約540カ所	約60カ所	約270カ所
架線の断線	約470カ所	約30カ所	約200カ所
高架橋柱等の損傷	約100カ所	—	約20カ所
軌道の変位・損傷	約20カ所	—	約20カ所
変電設備の故障	約10カ所	1カ所	約10カ所
防音壁の落下・傾斜・剥離	約10カ所	—	2カ所
天井材等の破損・落下	5駅	1駅	2駅
橋桁のずれ	2カ所	—	7カ所
橋桁の支点部損傷	約30カ所	—	約10カ所
トンネル内の軌道損傷	2カ所	—	—
合計	約1200カ所	約90カ所	約550カ所

崩落はなく、軽微な損傷であった。

(1) RC高架橋およびRC橋脚

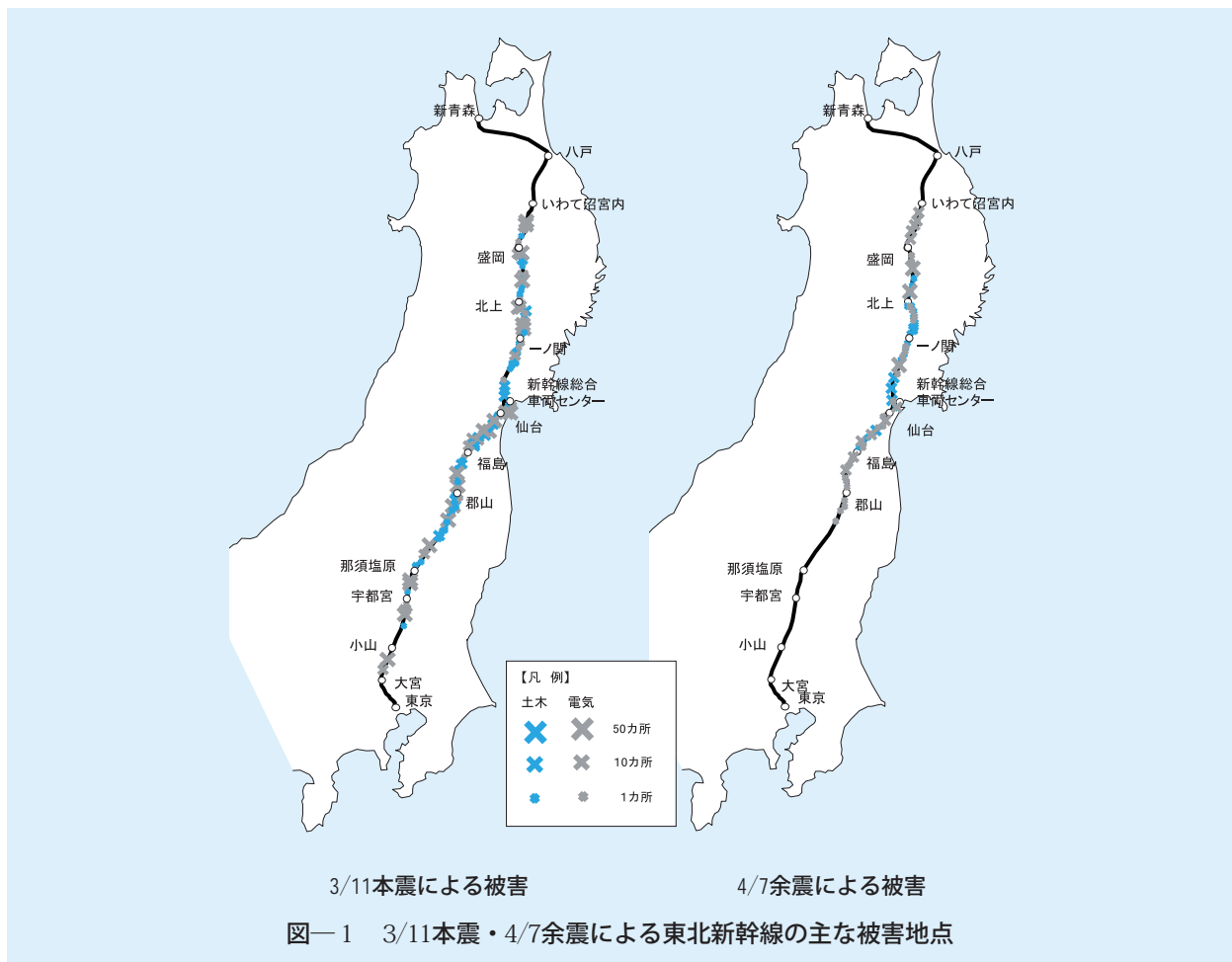
写真—1 に3月11日の本震で被災した水沢江刺

～北上間の高架橋柱の損傷および復旧後の状況を示す。本高架橋は、4径間のRCラーメン構造である。高架橋の端部柱に被害が大きく、軸方向鉄筋のはらみ出し、内部コンクリートの剥落が発生した。この損傷は、曲げ降伏した後地震動の繰返しにより断面内のコンクリートが損傷したものと推定される。

写真—2 に3月11日の本震で被災した一ノ関～水沢江刺間の橋梁の橋脚の損傷および復旧後の状況を示す。PC桁を支える円形橋脚（直径4.5m、高さ約15m）の軸方向鉄筋

の段落し部付近からひび割れおよびコンクリートの剥落が生じたものである。

これらの高架橋柱や橋脚は、応急復旧として、ひび割れにエポキシまたはアクリル樹脂を注入し





復旧前



復旧後

写真—1 高架橋柱の損傷と復旧



復旧前



復旧後

写真—2 橋脚の損傷と復旧

て、鉄筋を再配置した後、無収縮モルタルにて断面修復を行い、被災前と同程度以上の性能に回復した。なお、高架橋柱や橋脚の被災箇所は、引き続き鋼板巻き等の耐震補強を行うとともに、高架橋については、被災した高架橋柱と同じブロックの柱も鋼板巻きなどの耐震補強を行うことで本復旧としている。

写真—3に3月11日の本震で被災した郡山～福島間の高架橋中層梁の損傷および復旧後の状況を示す。線路直角方向の中層梁にひび割れが生じた



復旧前



復旧後

写真—3 高架橋中層梁の損傷と復旧



東北新幹線(1983年)

東北本線(2006年)

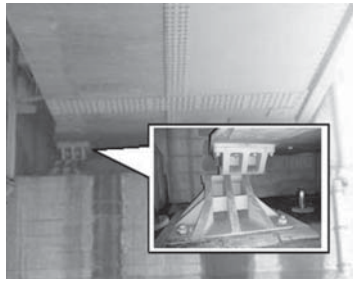
写真—4 高架橋柱の損傷

ものである。復旧の考え方は、中層梁の耐力を増加させないこととし、ひび割れにエポキシまたはアクリル樹脂注入、および無収縮モルタル等による断面修復を行った。

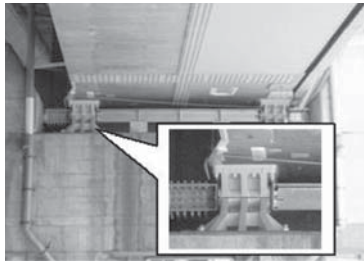
写真—4に仙台の南、東北本線長町駅付近の新幹線と在来線のRC高架橋の状況を示す。1983年開業の東北新幹線の柱には前述のような被害が生じたのに対して、写真右側の2006年に使用開始した東北本線の高架橋は微細なひび割れ程度で、新しい耐震基準で建設された高架橋の耐震性能の有効性が検証されたと考えている。

(2) 橋桁のずれ

写真—5に3月11日の本震で被災した仙台駅構内にあるスパン73mの合成桁橋の支承部の損傷および復旧後の状況を示す。ピン支承と呼ばれる固



復旧前



復旧後

写真一五 橋桁のずれ・支承部の損傷と復旧



復旧前



応急復旧



本復旧後

写真一六 RCサイドブロックの損傷と復旧

定側の支承は、ピン中央部の切り欠きと上下支承の突起のかみ合わせにより水平力に抵抗しているが、ピン中央部が破損し、線路直角方向に約200

mm移動していた。復旧は、ジャッキを用いて桁を元の位置に戻すとともにピンを設置して、支承の両側にあるコンクリート壁から支承を押さえる移動制限装置を新設した。

写真一六に4月7日の余震で生じた仙台～古川間の桁式高架橋のRCサイドブロックの損傷および復旧後の状況を示す。RC桁が線路直角方向に動いてRCサイドブロックを破損したと考えられる。復旧は、ジャッキにより桁を元の位置に戻し、応急復旧として桁中央部に新たに鋼製ストッパーを構築した。本復旧については、破損したRCサイドブロックを撤去し、鉄筋を再配置してコンクリートに打替えるとともに、桁中央部に設置した鋼製ストッパーを抱き込むようにRCによるストッパーを構築した。

(3) 電化柱

今回の地震では、高架橋や橋梁上の電化柱が多く折れたり傾いたことが被害の特徴であった。山陽・東北・上越新幹線の電化柱は高さ12m程度のPC製が大半であるが、1978年の2月と6月に発生した宮城県沖地震で建設中の東北新幹線の電化柱が同じ場所で折れたことを契機に、その後の電化柱は、砂基礎と呼ばれる投げ込み式の基礎となり電化柱の周りに砂を詰めている。高架橋や橋梁



復旧前



復旧後

写真一七 電化柱の損傷と復旧

上で電柱の揺れが増幅されることに対して、電化柱基礎部に配置された砂による大きな減衰効果を期待しているものである。なお、兵庫県南部地震以降は高架橋や橋梁上では、鋼製の柱が採用されている。写真一七にPC製電化柱の損傷および復旧後の状況を示す。復旧は、損傷状況に応じて鋼管柱への取替えや基礎の砂を撤去して柱を起こして再度砂を充填する、などの補修を行った。

(4) 耐震補強を行った構造物の状況

JR東日本では、1995年の兵庫県南部地震、2003年の三陸南地震および2004年の新潟県中越地震における被災状況を受けて、せん断破壊先行型の高架橋柱および橋脚の耐震補強は実施済みであった。このため、今回の地震では、すでに耐震補強を実施した構造物に被害は見られず、また、補強をしていない高架橋柱等についても、柱・橋脚のせん断破壊による上部構造の落橋といった甚大な被害は生じていない。

写真一八に鋼板巻き耐震補強が実施された高架



写真一八 鋼板巻き耐震補強箇所の状況

橋の状況を示す。特に大きな損傷は発生しておらず、耐震補強の効果が確認された。

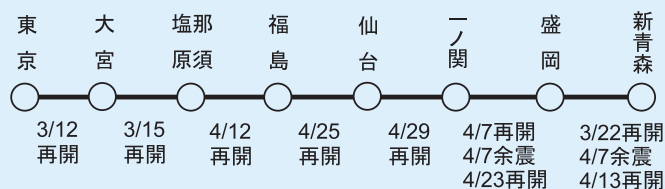
(5) 東北新幹線の運転再開

図一2に東北新幹線の区間別の運転再開日を示す。運転再開については、3月15日の大宮～那須塩原間など復旧が完了した区間から順次開始した。4月7日に運転再開した一ノ関～盛岡間は、当日23時32分の余震でさらに被害を受け再度運転中止して補修し、4月23日に運転再開した。最終的には4月29日に全線で運転を再開した。

4. おわりに

今回の地震で多く発生した高架橋・橋梁上の電化柱の折損や傾斜については、今後、メカニズムと原因の分析を行い、補強方法などを検討し耐震性の向上に取り組んでいきたい。一方で、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の被害はなく、これまで実施してきた耐震補強は効果があったと考えている。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。

最後に震災後の点検から運転再開に至るまで、社外の多くの方々からのご指導、ご尽力を賜った。改めて、本誌面を借りて関係各位に厚く御礼を申し上げたい。



図一2 東北新幹線の区間別の運転再開日