東北地方太平洋沖地震における、東北新幹線高架橋の被災状況とその対策について

東日本旅客鉄道株式会社　盛岡支社設備部工事課　正会員　○伊藤　信
東日本旅客鉄道株式会社　盛岡土木技術センター　後藤祐輝

1. はじめに

平成23年3月11日に発生したマグニチュード9.0、最大震度7の東北地方太平洋沖地震及び4月9日に発生した大規模な余震により、東北新幹線高架橋は広範囲において構造物の損傷を受けた。それに伴い、東北新幹線では地震直後から運転中止を余儀なくされ、度重なる余震の影響もあり、4月29日の全線運転再開までに49日を要した。

本報文では、盛岡支社管内の東北新幹線高架橋における被災状況及びその対策の一部について紹介する。

2. 被災状況

【1】地震の規模

盛岡支社管内の新幹線沿線地震計の観測値は図 1の通りである。当社では、地震の規模の指標としてカイン値を使用しており、28 カイン以上または 25カイン以上を2箇所(連続又は1箇所おきの地震計に限る)観測した場合、その区間を大規模地震の範囲としている。今回の場合は、支社境の新有壁 SP から新厨川 SSP までが大規模地震の範囲となり、構造物の点検を行った。

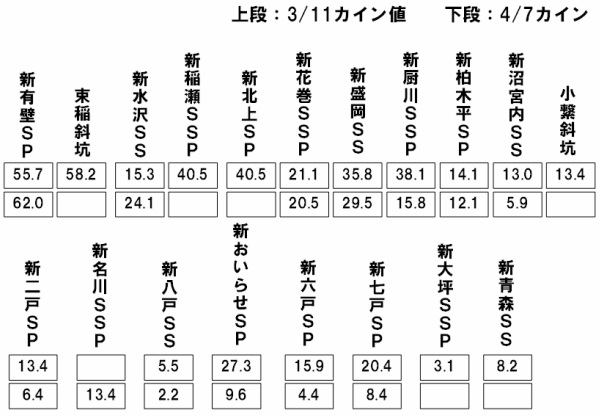

図 1. 盛岡支社管内新幹線沿線地震計カイン値

【2】高架橋損傷状況

東北新幹線では、盛岡支社管内のせん断破壊先行型の高架橋柱及び橋りょうについては、22 年度で耐震補強工事が完了しており、補強済みラーメン高架橋柱は今回の地震において損傷は生じなかった。しかし、今後耐震補強工事を施工する予定であった、曲げ性能がやや低いと考えられる柱の 291 本(本震:235 本、余震:56 本)において損傷が生じた。

今回の復旧工事では、損傷を受けた柱は 291 本であったが、損傷を受けたラーメン高架橋をブロック単位で復旧する方針とし、全部で 998 本の復旧工事となった。998 本の内訳は表 1 の通りである。

表 1. 高架橋損傷本数及び復旧工事本数

駅間		損傷本数				合計本数
		3.11 本震		4.7 余震		
		損傷有	損傷無	損傷有	損傷無	
支社境界	一ノ関	1	9	0	0	10
一ノ関	水沢江刺	11	39	2	8	60
水沢江刺	北上	48	94	32	44	218
北上	新花巻	91	179	14	14	298
新花巻	盛岡	84	290	8	30	412
盛岡	新青森	0	0	0	0	0
合計		235	611	56	96	998

3. ラーメン高架橋柱損傷の特徴

ラーメン高架橋柱の被害状況を総合的にみると、ラーメン端部の柱で大きな損傷が生じており、中間の柱においては曲げひび割れ等が見られるものの損傷の程度としては大きくなかった。また、損傷は柱の上部に多く生じており、復旧工事で地中部を掘削して確認した結果、柱の下端部においては曲げひび割れを生じている箇所は見受けられるものの箇所数及び損傷の程度は大きくなかった。大きな損傷としては、柱のかぶりコンクリートが大規模に剥落し、軸方向鉄筋内部のコンクリートも剥落するといった損傷(写真 1)を 8 本受けた。

写真 1. 損傷状況

写真 2. 施工後

4. 復旧工事について

復旧工事において、損傷を受けた大部分の柱はクラック補修及び断面修復等に加え、鋼板巻き工法による復旧としている。しかし、駅部のように柱周りが建物に囲まれている場合や、信号機器室内で柱に重要機器が近接している場合等、鋼板巻き工法の施工が困難な箇所については、施工性や現場状況等から一面補強工法や RB 工法を採用している。

キーワード：鉄道、地震、東日本大震災、新幹線、高架橋、耐震補強
連絡先：〒020-0034　岩手県盛岡市盛岡駅前通1番48号　東日本旅客鉄道株式会社　盛岡土木技術センター　TEL019-652-2196

ここで、各損傷箇所の対策について一部紹介する。

【1】損傷箇所と対策

(1) 信号機器室内（第二戸塚南高架橋等）

① 橋りょう概要

ラーメン高架橋下に、信号機器室が存在する橋りょうである。

② 損傷状況

2 橋りょうにおいてラーメン高架橋柱 10 本にかぶりコンクリートの剥落及び曲げひび割れが生じた。

③復旧工事概要

信号機器室内の復旧工事は、信号関係の重要機器が近接しており、鋼板巻き工法による施工が困難な為、一面補強工法及び RB(リブバー)工法により施工した。RB 工法は、粉塵が発生しない工法であり、粉塵等による機材への影響が考えられる箇所や機器室内等限られたスペースでの施工について有効な工法である。施工に伴い、信号機器に影響を与えないよう、柱周囲をシート等により養生し、施工した。

写真 3. 機器室内養生状況

写真 4. 施工後(RB 耐震補強)

(2)駅部（第五古館高架橋）

①橋りょう概要

ラーメン高架橋下に、隣接する在来線の駅が存在する橋りょうである。

②損傷状況

ラーメン高架橋端部柱に曲げひび割れが生じた。

③復旧工事概要

復旧工事対象柱 10 本のうち、2 本の地中部において、駅及び駅事務室の基礎が柱に近接しており、鋼板巻き工法の施工が困難であった。その為、2 本については地上部を鋼板巻き工法、地中部は一面補強工法により復旧を行った。一面補強工法には 19mm の鋼板を D32(L=750mm)の補強鉄筋 16 本により設置した。

写真 5. 地中部施工後(一面補強)

写真 6. 地上部施工後(鋼板巻き)

(3)第一北上川橋りょう

①橋りょう概要

第一北上川橋りょうは、一ノ関・水沢江刺間に位置しており、損傷箇所は P18 と P48 の 2 橋脚であった。2 橋脚とも架道橋部分であり、50m程度の桁を支持する橋脚である。

②損傷状況

かぶりコンクリートが剥落し(写真 9)、P18 については軸方向鉄筋の圧接箇所が破断(写真 7)していた。破断した軸方向鉄筋は同一断面に圧接箇所が設けられていた。

写真 7. 軸方向鉄筋破断状況(P18)

写真 8. 新規帯鉄筋配置後

③復旧工事概要

P18 において、破断していた軸方向鉄筋をフレア溶接(D32、溶接長 320mm、溶接ビード 16mm)により接続後、新規帯鉄筋(D25)を 100mm ピッチで配置し(写真 8)、断面修復を行い復旧した。P48 においては、損傷箇所をはつり、断面修復を行った後、鉄筋コンクリート巻き工法(写真 10)により復旧した。

写真 9. 損傷状況(P48)

写真 10. 施工後(RC 巻き耐震補強)

5. おわりに

これまで紹介した損傷や対策は地震による災害の一部にすぎない。ここにとりあげられていない損傷や未だ復旧出来ていない他線区の甚大な被害も多く存在している。大規模地震は可能性の高低はあるものの、どこで発生してもおかしくない自然現象であり、その破壊力は想像を絶するものである。このことから、我々は構造物の大きな損傷が予想される箇所を把握し、順次補強等を施し、今後の地震に備える必要がある。その際は、今回の大規模地震及び過去の災害等を教訓とし、これらの損傷と応急復旧工事の経験を無駄にしないことが技術者として重要であり、また使命でもあると考えている。

参考文献

・鉄道構造物等設計標準・同解説　コンクリート構造物
(財)鉄道総合技術研究所