

■東日本大震災による被害を受けた鉄道の状況

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災は鉄道にも被害を与えました。しかし、高架橋や橋梁にはこれまでの耐震補強が効果を発揮し致命的な損傷はありませんでした。また、4 月 7 日のM7.1 の余震でも新たな被害が発生しましたが、4 月中には運転を再開することが出来ました。ここに、主な被害状況と復旧について紹介します。

表-1、図-1 に今回の地震による東北新幹線の主な被害の箇所数と被害地点を示します。本震では 1200 箇所の被害が発生しましたが、4 月 7 日の時点では約 90 箇所を残すまでになりました。しかし、当日に発生した余震で新たに 550 箇所の被害が生じてしまいました。

今回の地震では高架橋・橋梁には致命的な損害はありませんでしたが、高架橋や橋梁上の電化柱が多く折れたり傾いたりしており、これが今回の被害の特徴でした。現在そのメカニズムと原因の分析を進めており、今後の耐震性の向上につながっていくものと期待されます。

復旧状況については新幹線構造物に耐震補強が進んでいたことや落橋など致命的な被害がなかったことで、被災箇所は 3 月 11 日の本震後、あるいは 4 月 7 日の余震後も短時間で地震前の耐震性能と同等以上に回復することができ、最終的には 4 月 29 日に全線で運転が再開できました。



図-1 東北新幹線の地上施設の主な被害と復旧状況(4月17日現在)
東日本旅客鉄道株式会社ホームページより

表-1 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	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箇所	約60箇所	約270箇所
架線の断線	約470箇所	約30箇所	約200箇所
高架橋柱等の損傷	約100箇所	—	約20箇所
軌道の変位・損傷	約20箇所	—	約20箇所
変電施設の故障	約10箇所	1箇所	約540箇所
防音壁の落下・傾斜・剥離	約10箇所	—	約540箇所
天井材等の損傷・落下	5駅	1駅	2駅
橋桁のずれ	2箇所	—	7箇所
橋桁の支点部損傷	約30箇所	—	約10箇所
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

◆斜張橋の耐震性評価事例

～旧仕方書準拠の斜長橋を新仕方書で耐震照査した結果の紹介～

1. はじめに

S47道路橋仕方書に準拠して設計された斜張橋を、現行のH14道路橋示方書に準拠して耐震照査を行い、耐震性が確保されていない部分については橋脚補強を行った事例を紹介します。

2. 基本方針

- ・道路橋仕方書・同解説 I～V (H14.3 日本道路協会) に準拠
- ・補強方法の選定、解析手法は「道路橋の耐震設計に関する資料 (H9.3H10.1 日本道路協会)」を参考
- ・護岸整備や河川阻害率等に関する基準は「架線監理施設等構造令(H12.1 日本河川協会)」に準拠
- ・重要度の高い構造物なので耐震性能 2 のランクとし、耐震計算法は動的照査法を適用
- ・RC 橋脚と杭基礎の耐震補強設計は「既存道路橋の耐震補強に関する資料」(H9.8 日本道路協会)を参照

3. 耐震性評価

既存の状態での耐震性能を照査した結果は次の通りでした。この結果に基づき、降伏する主塔の基部とケーブル定着部や横構及び耐力不足した橋脚 P1 について耐震補強のための設計を行いました。

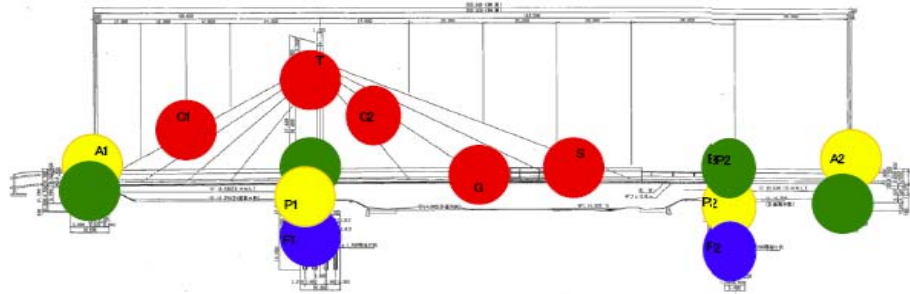


図-2 既設橋脚の耐震照査位置図

表-2 既設橋脚の耐震照査結果一覧表

部位	記号	部位、診断項目	点検、課題	耐震診断、維持補修、耐震補強(案)
塔	T	ケーブル定着部、塔基部、転倒、アンカーフレーム、地中梁	異常なし、外面塗料は15年経過、塗り替え時期である(塔内補強溶接後)	座屈補剛材剛性不足、MHのある基部の耐震補強要
桁	G	変形と応力、たわみ、ケーブル定着桁	通信ケーブル20条程度の載荷使用、光ケーブル(200条計画)で軽量化	支点上横桁改造、プレーキトラス設置(A1,P1,P2,A2)
ケーブル	C1, C2	C1ケーブル、ソケット、シムプレート、ピン	セットボルトの緩み、欠落を数箇所発見、浸透水により錆発生	ケーブル定着部、金具点検補修(C1～C8)
シェルター	S	ケーブル貫通部の接触、ケーブルカバー	半数(約10箇所)以上のケーブルカバーが破損、水漏れがある、防水対策	ケーブルカバー取替え(全量)、シェルター清掃塗料
A1橋台	A1	地震時安定、移動、傾き、ベンデル金具取り付け	補強時、ベンデル支保ビットの調査要(腐食等、水溜まり等)	耐震補強、詳細検討要
P1橋脚	P1	地震時保有水平耐力、曲げせん断破壊	RCクラックがある、鉄筋量が少ない	耐震補強要
P2橋脚	P2	地震時安定(液状化、側方流動、沈下、傾き)	RCの施工時不良、大きなひび割れ、RC健全度検証要	耐震補強要
A2橋台	A2	地震時安定(液状化、側方流動、沈下、傾き)		
P1橋脚	F1	地震時安定、根入長、支持耐力	1種地盤であるが杭があり耐震性が良い	
P2橋脚	F2	地震時安定、根入長、支持耐力	RC橋脚の剛性が増すと(耐震補強)、杭の補強が必要	耐震補強要(増し杭)
A1橋台	BA1	ベンデル支保、回転移動量、ピン	ベンデルの回転移動量照査要	落橋防止システムの取り付け
	WA1	ウィンド支保、せん断耐力、アンカーボルト	風に抵抗する支保、耐震せん断キが必要	1. 変位制限装置の設置(A1,P1,P2,A2)
P1	BP1	支持力、移動量、アンカーボルト、サイドブロック		2. 落橋防止装置の取り付け(A1,A2)
P2	BP2			支保補強:脱輪、アップリフト対策(P2,A2)
A2	BA2		地震時の一ネローラーの脱輪(移動可能量)検討 セットブロック(アップリフト対策)検討	

4. まとめ

斜張橋の耐震照査、耐震補強設計をとおして、以下の成果を得ました。

- ①斜張橋の全体解析を行うことで固有周期、移動量、振動モード等の動的特性を明らかにした。
- ②主塔、主桁、P1 橋脚の主要な振動系については、材料の非線形性を考慮した動的解析(時刻歴応答解析)を実施し、地震時の挙動について精度の高い分析を行うことが出来た。
- ③解析における材料のモデル化は、鋼部材について従来のM- ϕ モデルをファイバー要素によるモデルとすることで、局所的な材料の降伏を解析することが出来た。
- ④横構は、端横桁と中間支点上横桁の近傍のみプレーキトラスの機能を持たせるために補強した。
- ⑤鋼断面の補強は柱基部のみ補強することで材料の降伏を抑えることができた。
- ⑥橋脚は、P1・P2 橋脚とも RC 巻立て補強によって保有耐力の増強ができた。
- ⑦落橋防止システムは、変位制限構造の増設と落橋防止構造(ケーブルタイプ)の設置によって、落橋に対する安全性の向上を図れた。



株式会社 東光コンサルタンツ

営業担当:

〒111-0041 東京都台東区元浅草4丁目9番13号

TEL: 03-5830-5600

FAX: 03-3847-6026

URL: <http://www.tokoc.co.jp>

担当: 本社 技術本部 笹木

20111101