

東日本大震災における通信用橋梁添架管路設備の被害分析について

NDS株式会社 正会員○近藤卓¹
NTT 正会員 田中宏司 若竹雅人

1. はじめに

日本電信電話株式会社(以下、NTT)は日本全国で約62万延長kmの通信用地下管路設備を有しており、管路内にケーブルを布設することにより通信サービスを提供している。通信用地下管路設備は、平常時はもちろん大規模地震等による災害時にも収容ケーブルのために安全な空間を確保することが求められる。管路ルートの内、河川横断箇所は一般の道路橋や専用橋に管路設備を取り付けることにより管路設備と通信ケーブルを渡河させている。河川横断箇所の設備は地上部に露出した設備であるため、地下管路区間と比較して地震による影響を受けやすく、東日本大震災の被害分析においても、地下管路区間と比較して橋梁添架箇所は被害率が大きくなることが文献¹⁾により示されている。加えて、河川横断箇所は横断箇所が限られており、通信ケーブルが集中することからネットワーク全体の信頼性に対する重要箇所である。このため、通信ネットワークの信頼性を向上させるために河川横断箇所は地下設備と同等の性能が求められる。しかしながら、NTTは橋梁添架設備等の河川横断箇所を日本全国で4万箇所以上有しており、効率的な耐震対策を実施するためには地震被害を受ける可能性の高い設備を抽出する手法が必要となる。本稿では、地震被害を受ける可能性の高い設備を抽出するために、東日本大震災における被害の分析を行った結果について報告する。

2. 検討対象設備

本検討では東日本大震災による地震動の作用を受けた、岩手、宮城、福島、茨城県内の橋梁設備の内、緊急点検時に撮影された写真データを入手できた978箇所を分析の対象とする。なお本検討では津波による作用を受けた設備については検討から除外し、管路設備の被害に注目するため、上部構造に取り付けられた管路や管を取り付けるための支持装置に被害が確認できた事例を被害有と規定した。パラペットのひび割れや橋台背面の地盤沈下のような管路設備以外の被害については、本検討では被害有とは集計しないこととする。

3. 検討手法

橋梁設備の被害要因は文献²⁾より管路の軸方向への変位により被害を受けたと想定される事例が大多数を占め

る事が判明している。またNTTの橋梁添架管路は、現行の設計指針に改定される以前に建設され、温度伸縮のみを考慮した設備(以下、旧規格)と現在の設計指針に則って設計され、地震動に対する伸縮性能を有する設備(以下、現行規格)に分類でき、現行規格の被害率が小さくなっていることが明らかになっている。加えて橋長と地震動強さに着目して被害分析を実施した結果、橋長が大きいほど、SI値が大きいほど管路設備の被害率が大きくなるという傾向が明らかになっている。以上の結果より、橋梁の橋桁が地震動による作用を受けて軸方向に変位することにより、橋桁に取り付けられた管路設備も橋桁の変位に追従し動き、橋桁の変位が継手の最大伸縮量以上の変位になると、橋梁に取り付けられた管路設備に被害が発生すると考えられる。軸方向の変位に着目し、被害メカニズムの仮説検証と被害を受ける可能性の高い設備の高精度な抽出手法の確立を目指して、地震による被害を受けた橋梁設備を中心とする現場調査を実施した。本稿では、設備の周辺環境や地震動強さと現場調査により得られたパラメータによる被害分析を行った。

4. 現場調査

本節では現場調査を行い被害に寄与すると考えられるパラメータを取得し、どのパラメータが特に被害に寄与するかを分析する。表1に調査件数を示す。分析対象の978箇所の内、東日本大震災後に被害が確認された97箇所に加え、比較のために日が新日本大震災による被害を受けていない43箇所を加えた140箇所の調査を実施した。調査項目は軸方向の変位に関連すると予測される、径間数、遊間長、支承種別、伸縮装置であり、本稿では被害分析と良好な相関関係が確認できた径間数と遊間長について報告する。遊間長に関しては橋台パラペットと桁端部間、複数径間の場合は桁端部間の値を測定し、最大値をパラメータとして被害分析に利用する。径間数と被

表1 現場調査件数

	被害有	被害無	合計
旧規格	78	19	97
現行規格	25	18	43
合計	103	37	140

Keywords : conduits, pipeline attached to road bridges

¹ 〒305-0805 茨城県つくば市花畑 1-7-1NTT アクセスサービスシステム研究所 kondo_takashi_d2@lab.ntt.co.jp

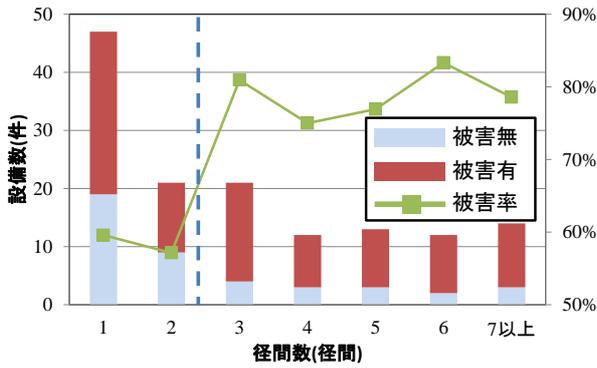


図 1 径間数と被害率の関係

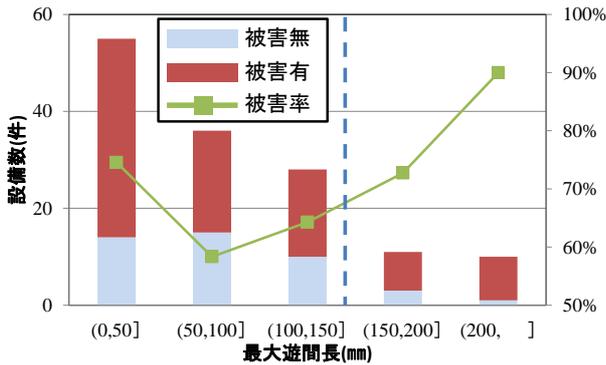


図 2 遊間長と被害率の関係

被害率の関係を図 1に、遊間長と被害率の関係を図 2に示す。データ数にバラつきは存在するが、径間数が多いほど、遊間長が大きくなるほど被害率が大きくなるという傾向が明らかとなった。次に径間数3径間、遊間長150mmを暫定的な閾値として、それぞれの組合せにおける各グループの被害率を表 2に示す。合わせて最も被害を受けにくいと考えられる径間数2径間以下かつ遊間長150mm未満のグループの被害率が正規化した場合の相対的な被害率の大きさを括弧内に示した。最も被害を受けやすいと考えられるグループである3径間以上かつ遊間長150mm以上の橋梁に添架されたグループの被害率は最も被害を受けにくいと考えられるグループよりも被害率が1.5倍大きくなることが明らかとなった。遊間長は道路橋示方書³⁾によると、レベル2地震動が作用する場合の不連続部である、隣接する上部構造同士や上部構造と橋台、上部構造と橋脚の段違い部が衝突しないように設けられ、不連続部の相対変位量により決められている。このことから遊間長が大きい橋梁ほど地震時に橋桁の軸方向の変位量が大きくなり、橋桁に取り付けられた管路設備も軸方向に大きな変位を受け被害が生じやすいと考えられる。文献²⁾では、橋長40m、SI値60cm/sを閾値として各グループの被害率を算出している。この結果と今回の分析結果を組み合わせた場合の被害率を確認する。特に最も被害を受けやすいグループである橋長40m以上、SI値60cm/s以上であるグループに対して、今回の分析で用

表-2 径間数、遊間長と被害率の関係

	遊間長 150mm 未満	遊間長 150mm 以上
径間数 3 径間以上	76.4% (1.30)	88.2% (1.50)
径間数 2 径間以下	58.7% (1.00 基準値)	60.0% (1.02)

表-3 旧規格の被害率

	橋長40m以上		
	条件1	条件2	条件3
SI値60cm/s 以上	83.3% (1.11)	91.3% (1.22)	100.0% (1.33)

表-4 現行規格の被害率

	橋長40m以上		
	条件1	条件2	条件3
SI値60cm/s 以上	75.0% (1.00 基準値)	80.0% (1.07)	100.0% (1.33)

いた径間数、遊間長のパラメータに着目した被害分析結果を重ね合せた。径間数2径間以下且つ、遊間長150mm未満を条件1、径間数と遊間長、どちらかが閾値以上を条件2、径間数3径間以上且つ、遊間長150mm以上を条件3とし、それぞれの条件における被害率を示した。加えて最も被害を受けにくいと考えられる現行規格の条件1の設備の被害率が正規化したときの相対的な被害率の大きさを括弧内の値に示した。個別の条件に着目すると条件3の設備は現行規格の条件1の設備と比較して被害率が1.3倍以上になるということが明らかとなった。耐震補強箇所を選定に際し橋梁添架設備の個別の検討を実施する場合、今回の結果は被害が発生する可能性の高い設備の抽出に有効であると考えられる。

5. まとめと今後の課題

本稿では現場調査によって収集した複数のパラメータを用いて管路設備の被害の受けやすさを評価した。今後の課題としては挙動解析を行い、被害を受ける場合の原理を明確にする必要がある。加えて現行規格の被害が確認されているため、現行の道路橋示方書に準じて設計された橋梁に添架する設備の検討も挙げられる。

参考文献

- 1) 山崎ら：東日本大震災による電気通信土木設備の被害状況に関する考察，日本地震工学会論文集，第12巻，第5号(特集号)，pp.55-68，2012
- 2) 若竹ら：通信用橋梁添架設備の地震被害の分析について，第6回インフラ・ライフライン減災対策シンポジウム講演集，pp.124-126，2016
- 3) 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，2012