通信橋梁系設備の既往地震被害データに関する体系的整理と分析・考察

筑波大学大学院 学生会員 寺嶌 幹裕 筑波大学システム情報系 正会員 庄司 学 日本電信電話株式会社 正会員 張 秋松 同 正会員 奥津 大 西日本電信電話株式会社 正会員 若竹 雅人 株式会社エイト日本技術開発 正会員 末冨 岩雄 同 正会員 塚本 博之 東洋大学 正会員 鈴木 崇伸 (公)地震予知総合研究振興会 正会員 大保 直人

1.目的:本研究では,2004年新潟県中越地震,2007年新潟県中越沖地震,2011年東北地方太平洋沖地震及び2016年 熊本地震の被害データに基づき¹⁾,橋梁区間における通信管路を対象として,橋梁種別,橋長,建設年及び微地形の観 点から地震動強さと被害率の関係を分析する.被害率Rは被害有N_d[スパン]を総スパン数N[スパン]で除し,定義した. 2.分析対象データの特徴:通信管路データはマンホール間を1スパンとして計量化されている.表1には橋梁区間に おける通信管路の被害状況を示す.橋梁区間の被災形態としては,継手離脱,折損,管本体の座屈,橋台パラベット部 の損傷が多くを占めている.液状化の有無を判断するデータは,新潟県中越地震,新潟県中越沖地震では文献2)に基づ き,熊本地震では文献3),東北地方太平洋沖地震では文献4)に基づいた.橋梁種別,橋長,建設年及び微地形の観点か ら被害率Rの特徴を図1に示す.微地形は,庄司ら⁹の分類方法及び先名・翠川⁶の平均スペクトルの卓越周期の値を 参考に分類した.図1によれば,a)橋梁の挙動に追随する添架(PC,RC,鋼橋)の被害率Rが相対的に高く,管橋の被 害率Rは低いこと,b)東北地方太平洋沖地震では,橋長が長くなるほど被害率Rは相対的に高くなること,c)継手の 規格が1982年以前の旧規格である通信管路の被害率Rは相対的に高いこと,d)河川による堆積や浸食によって形成さ れた地形である沖積平野や谷底低地・扇状地において被害率Rが高いこと,e)熊本地震では,液状化領域及び阿蘇山 の火山灰などで形成された火山地・火山山麓地の被害率Rが相対的に高く,東北地方太平洋沖地震では,人工的に形成 された埋立地・干拓地の被害率Rが相対的に高いこと,がそれぞれ明らかとなった.

3. 被害率R間の関係: 変量を対数場とし, 数量化I類の理論を適用することで, 表2に示す橋梁種別, 橋長, 建設年及び 微地形のカテゴリごとに被害率Rの実データに対する回帰式を導出し, 図2に示す補正係数を算出した. 補正係数の基準 区分として, 橋梁種別はRCまたは標準専用橋, 橋長10-20m, 建設年1982年以前, 微地形は沖積平野または谷底低地・ 扇状地を1.0としている. 添架のみのデータについて, 橋梁種別では, PCの補正係数が地殻内地震では1.8, 東北地方太 平洋沖地震では1.5と高く, 橋長が長くなるほど補正係数は高くなる傾向にある. 微地形では, ローム台地, 埋立・干拓 地, 液状化領域の補正係数は高い. 地殻内地震では砂丘の補正係数は8.7と卓越している. 専用橋のみのデータについ て,橋梁種別では,標準専用橋より特殊専用橋の補正係数の方が高く, 橋長では, 10m以下の補正係数が地殻内地震で は3.0, 東北地方太平洋沖地震では1.4と高い傾向を示す.

4.地震動強さと被害の関係:地表面最大加速度*PGA*及び計測震度*IJ*の空間分布は,新潟県中越地震,新潟県中越沖地震では末富ら⁷⁾の知見,熊本地震では水越・庄司⁸⁾の知見,東北地方太平洋沖地震では庄司ら⁵⁾の知見に基づいた.図3及び図4より,地殻内地震では,*PGA*=200~800 cm/s²の範囲において,被害率*R*は0.07~0.45の間で徐々に増加しており,RCの被害が多く見られた.また,*PGA*=800~1000 cm/s²の範囲において,被害率*R*は0.22~0.67の間で急激に増加しており, 建設年が旧規格の通信管路の被害が多く見られた.*IJ*=5.9~6.2の範囲において,被害率*R*は0.07~0.57の範囲で増加している.一方,東北地方太平洋沖地震では,*PGA*=100~1300 cm/s²の範囲において,被害率*R*は0.05~0.33の間で徐々に増加する傾向があった.*IJ*=4.7~6.2の範囲において,被害率*R*は0.02~0.25の範囲で同様に徐々に増加する傾向があり,地殻内地震と比べて緩やかに被害率*R*は上昇している.

5.実被害率データ及びそのモデル化:上述した基準区分を橋長に対する区分は行わず,橋梁種別は添架のみとする. 実被害率は *PGA*の区間幅 100[cm/s²], *IJ*の区間幅 0.1 毎に算定した.なお,被害率曲線のモデルは対数正規分布 *R*(PGA) = C*Φ((ln(*PGA) – λ*)/ζ)及び正規分布 *R*(IJ) = C*Φ((*IJ – μ*)/σ)を用*N*, *C*, , , *μ*, *σ*は非線形最小二乗法で

キーワード 橋梁区間,通信管路,地震被害,地震動強さ,液状化被害,被害率曲線

連絡先 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1 筑波大学大学院システム情報工学研究科 TEL029-853-7368

-25-

導出した. 図5及び図6より,実被害率データについて,地殻内地震では,PGAが900cm/s²以上,IJが6.0以上において,東北地方太平洋沖地震よりも実被害率が相対的に高い傾向にある.東北地方太平洋沖地震では,PGA及びIJが 増加するにつれて実被害率は約0.05~0.35の範囲で徐々に増加していく傾向にある.



謝辞:本研究は NTT アクセスサービスシステム研究所及び(公)地震予知総合研究振興会における共同研究・検討会により実施されました.また,関 東学院大学理工学部土木学系の若松加寿江教授,東京工業大学大学院の松岡昌志教授及び防災科学技術研究所の先名重樹博士より液状化メッシュデ ータ及び微地形区分のデータを頂きました.ここに記して感謝の意を表します.

参考文献:1) 例えば,西日本電信電話株式会社:平成28年熊本地震からの復旧状況について,https://www.ntt-west.co.jp/news/1605dsyk/pdf/ ntyw160513a_10.pdf2) 若松加寿江:日本の液状化履歴マップ745-2008,DVD,2011.3) 若松加寿江,先名重樹,小澤京子:平成28年(2016年)熊本 地震による液状化発生の特性,日本地震工学会論文集,第17巻,第4号,pp.81-100,2017.8.4) 若松加寿江,先名重樹,小澤京子:2011年東北地方 太平洋沖地震による液状化発生の特性,日本地震工学会論文集第17巻,第1号,pp.43-62,2017.2.5) 庄司学,宮崎史倫,若竹雅人,伊藤陽,鈴木崇 伸:通信埋設管路の地震対策に活用するスクリーニング手法の提案及び地震被害関数の構築,土木学会論文集A1(構造・地震工学),Vol.72,No.4(地 震工学論文集第35巻),pp.1_523-1_531,2016.6) 先名重樹,翠川三郎:地形・地盤分類に基づく地震動のスペクトル増幅率の推定,日本地震工学会論 文集,第9巻,第4号,pp.11-25,2009.7) 末富岩雄,塚本博之,福島康宏,尾茂淳平,大保直人:近年の被害地震における表層地盤のAVS30と震度 分布評価に関する一検討,第37回土木学会地震工学研究発表会講演論文集(USB),土木学会,2017.10.8) 水越湧太,庄司学:2016年熊本地震にお いて強震動の作用を受けた道路ネットワークの被害分析,土木学会第72回年次学術講演会概要集(DVD-ROM),pp.171-172,2017.9.