

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

筑波大学大学院 学生会員 ○水越 湧太 筑波大学 正会員 庄司 学

1. 目的：2016 年熊本地震によって道路ネットワークの被害を受けた地域を対象として，最大地表面速度 PGV 及び計測震度 IJ の地震動強さと道路の被害率 R [箇所/km] の関係を明らかにする．

2. 分析対象データ：本研究では，熊本県防災情報ホームページに掲載されている熊本地震での災害に伴う道路情報(熊本県管理道路)[1]を利用する．文献[1]の交通規制情報をもとに，Google earth のデータに基づいて被害地点を目視で同定した．本研究では上益城郡に分類される嘉島町，甲佐町，益城町，御船町，山都町を対象地域とした．表1のようにデータ精度を分類し，データ精度A及びBの被害データを利用した．各被害地点における被災区分と発生件数の関係を図1に示す．被災区分は，7分類21データとなり，橋梁段差が最多の9件，次に落石が5件であった．落石が生じた被害地点の一例を図2に示す．対象とする国道及び県道の道路データは，国土交通省国土政策局国土情報課の国土数値情報ダウンロードサービス[2]によった．対象とした道路総延長は431.1[km]となった．上益城郡における対象道路及び被害地点を図3に示す．

3. 地震動強さの空間分布： PGV 及び IJ の空間分布の推定には，防災科学技術研究所(K-NET, KiK-net)の159観測点，気象庁の70観測点，福岡県，佐賀県，長崎県，熊本県，大分県，宮崎県，鹿児島県の109観測点の計338観測点で得られた強震波形データを使用し，震源位置は気象庁によって発表されている情報を使用した．図4には，計算によって得られた PGV 及び IJ の空間分布を示している．

4. 被害の分析方法：道路損傷の発生件数 X [箇所] を道路延長 L [km] で除し，道路損傷に関する被害率 R [箇所/km] を $R = X/L$ のように定義した．具体的には，上益城郡における PGV ， IJ の250mメッシュで区切られた空間分布と道路ネットワークを重ね， PGV 及び IJ の区間に対応した道路延長を算出する．次に図1に分類された被災区分の PGV と IJ の区間ごとに道路延長と道路損傷の発生件数を集計して求め，被害率 R [箇所/km] を算出した．

表1 データ精度

データ精度	説明
A	位置+画像(被害画像あり)
B	位置+画像(位置の画像のみ)
C	位置なし

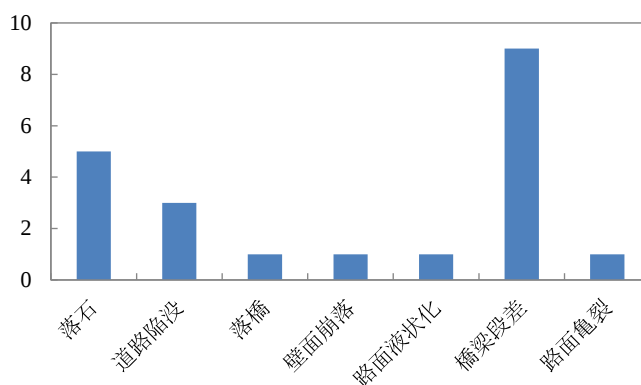


図1 被災区分



図2 被害地点の一例(落石)



図3 上益城郡における道路ネットワーク及び被害地点 (黒線で囲まれた範囲は上益城郡を示す。)

次に図1に分類された被災区分の PGV と IJ の区間ごとに道路延長と道路損傷の発生件数を集計して求め，被害率 R [箇所/km] を算出した．

キーワード 2016 年熊本地震，道路ネットワーク，地表面最大速度，計測震度，被害率

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 TEL 029-853-7368

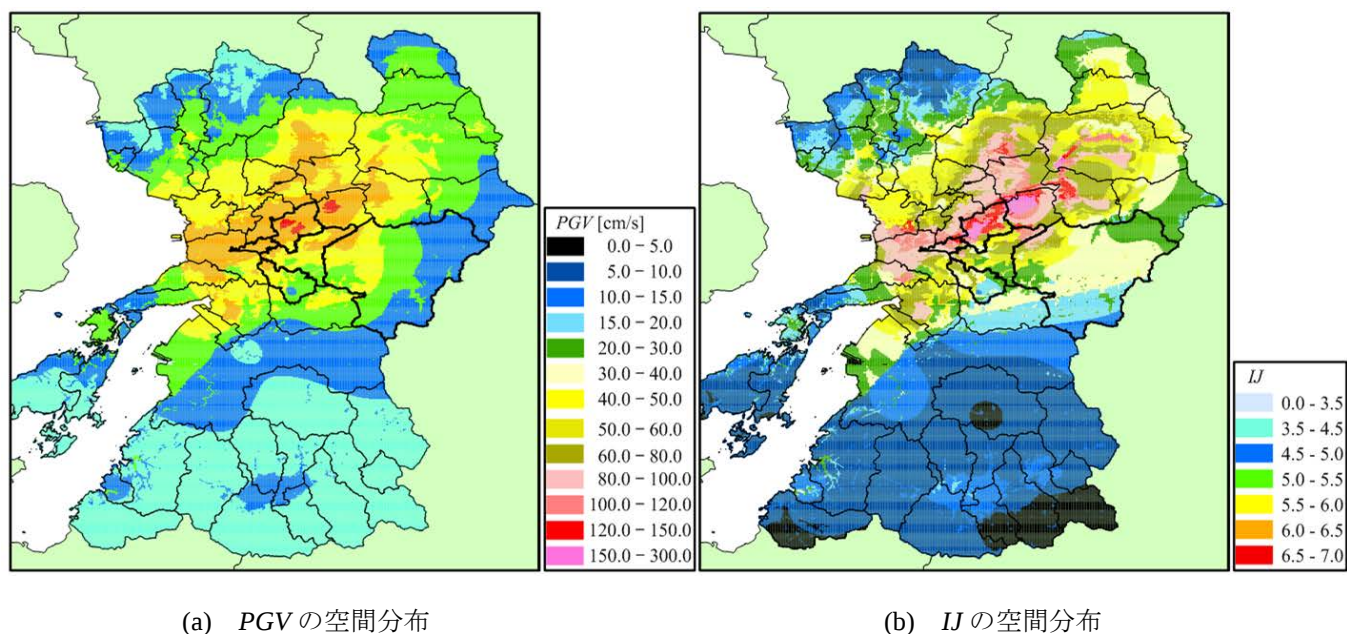


図4 各地震動強さの空間分布

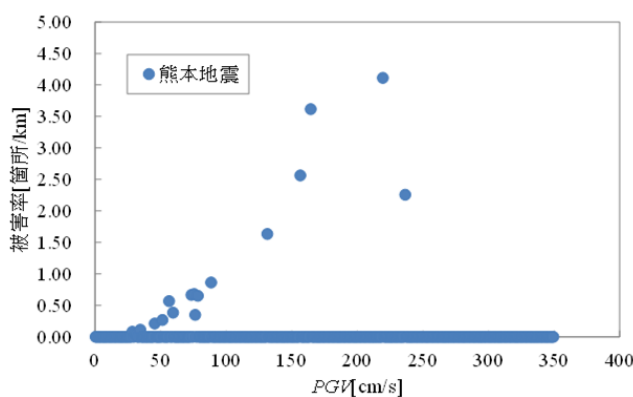
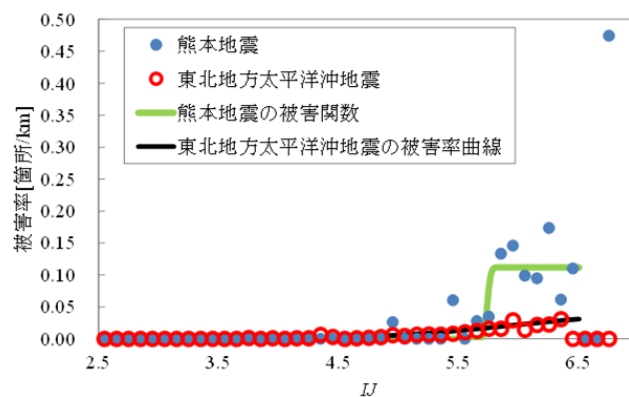
図5 PGV と被害率 R の関係図6 IJ と被害率 R の関係

表2 被害率関数の各回帰定数

	C	λ	ζ
IJ	0.1118	5.7366	0.0233

5. 被害地点の分析結果：PGV, IJ と被害率 R の関係
 係を, 図5, 図6に示す. 図6には, 本研究で試算した IJ を指標とした被害率関数及び Shoji and Nakamura[3]によって算出された東北地方太平洋沖

地震によって暴露された道路の被害率 R [箇所/km]及び構築された被害率関数を示してある. また, 本研究で試算した被害率関数における各回帰定数は表2に示してある. PGVにおいては, $PGV=1$ [cm/s]ごとの被害率 R [箇所/km]を求めた. $PGV=28\sim29$ [cm/s]で被害率 $R=0.08$ [箇所/km]と立ち上がり始め, $PGV=219\sim220$ [cm/s]で被害率 $R=4.11$ [箇所/km]と最大値を示した. IJにおいては, $IJ=0.1$ ごとの被害率 R [箇所/km]を求めた. $IJ=4.9\sim5.0$ で被害率 $R=0.03$ [箇所/km]と立ち上がり始め, $IJ=6.7\sim6.8$ で被害率 $R=0.47$ [箇所/km]と最大値を示した. 東北地方太平洋沖地震の被害率データは, $IJ=3.7\sim3.8$ の比較的小さい領域から $R=0.001$ [箇所/km]となり, 熊本地震よりも低い地震動強さにおいて被害率が立ち上がり始めた. 熊本地震の被害率は $IJ=3.7$ 以上で最大被害率 $R=0.47$ [箇所/km]を示しているが, 東北地方太平洋沖地震の被害率を比較して2.0倍～8.4倍と極めて大きな値となっている.

謝辞 防災科学研究所の強震観測点(K-NET, KiK-net)のデータを活用させていただきました. ここに謝意を表します.

参考文献 [1] 熊本県防災情報ホームページ http://cyber.pref.kumamoto.jp/bousai/Content/asp/topics/topics_detail.asp?PageID=14&ID=1-177&type=1 (最終閲覧日:2017年3月23日) [2] 国土数値情報ダウンロードサービス <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html> (最終閲覧日 2017年3月23日) [3] Shoji, G. and Nakamura, T: Development of damage functions on road infrastructures subjected to extreme ground excitations by analyzing damage in the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, Journal of Disaster Research, Vol.9, No.2 pp.121-127, 2014