

2011 年東北地方太平洋沖地震による高速道路盛土・路面の被災性状

日本大学工学部土木工学科 教授 中村晋 学生 ○大瀧恭輔

1. はじめに

2011 年 3 月 11 日, 国内観測史上最大となる $M_w9.0$ を記録した東北地方太平洋沖地震が発生した際, 高速道路も被災をした。しかし, 復旧のための緊急車両などが通行できるような応急復旧が 20 時間後に完了し, 被災地の復旧や被災地とのアクセスに大きな役割を果たした。南海トラフ沿いの巨大地震の発生は懸念されているなかで, 地震への備え, さらに地震後の復旧対応という観点で高速道路のリスクマネジメントを行うことが必要不可欠と考えられる。

リスクマネジメントを実施するためには, リスク評価が必要となる。そのためには, 高速道路位置における地震ハザードとそれを構成する構造物の損傷の可能性である脆弱性の評価が必要となる。ここでは, 東北地方太平洋沖地震により被災した東日本高速道路株式会社管内の盛土区間の被災を対象とした被災度ランクに応じた脆弱性の評価を試みる。

2. 検討に用いた強震記録と被災データの概要

脆弱性の評価に必要な被災地点の地震動強さは, 既往の地震観測点における地震動強さを空間補間することにより求めた。ここでは, 地震動強さとして, 盛土の変状に影響を及ぼす様々な強度指標の内, 最大加速度 PGA, 最大速度 PGV を用いた。また, 補間に用いた既往の地震観測網は, 防災科学研究所強震ネットワーク (K-NET)¹⁾, 防災科学研究所基盤強震観測網 (KiK-net)²⁾ より東北 6 県と, 新潟県, 群馬県, 栃木県, 茨城県の観測地点 (合計 369 箇所) で得られた記録, NEXCO 東日本の IC (61 箇所) で観測された強震記録, 国土交通省より公開されている観測データ (87 箇所) を用いた。図-1, 図-2 にそれらの観測点の PGA, PGV データを用いて空間補間した東北 6 県と隣接県の PGA, PGV 分布を示す。

また, 東日本高速道路株式会社東北支社管内の高速道路盛土の変状および路面変状が生じて被災地点の空間分布を図-3 に示す。被災は岩手県南部, 宮城県, 福島県にて生じていることが分かる。

3. 地震動強さと被災形態に応じた被災度ランク別損傷確率との関係

被災地点における地震動強さ PGA, PGV には, 前述の既往の地震観測点における PGA, PGV よりスプライン補間法を用い格子状に空間補間して得られた補間点の PGA, PGV のうち, 被災点から 200m 以内の補間点の値を用いた。また, 盛土の被災は, その形態より, 路面に生じた引っ張り亀裂の位置や程度に応じた被災, 路面に沿った方向の段差をもたらしたすべり変状の位置や程度に応じた被災, さらにアンダーパスなどの構造物や切盛り部との境界部分に生じた段差に分けて, それぞれの被災地点ごとに PGA, PGV を求めた。路面に沿った方向の段差をもたらしたすべり変状の位置や程度に応じた被災 (D, F, G), さらにアンダーパスなどの構造物や切盛り部との境界部分に生じた段差 (H, I) について, PGA や PGV の区間に応じた被災形態別の被災度ランクに応じた被災件数の頻度分布を求め, その被災度ランクの総件数で基準化した損傷確率の累積値と PGA, PGV の関係を図-4, 5 示す。盛土のすべり変状の被災の程度は D, F, G の順に大きく

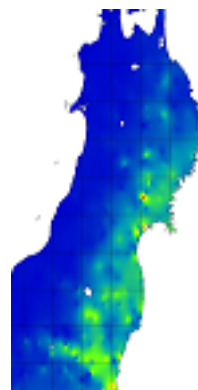


図-1 PGA の空間分布

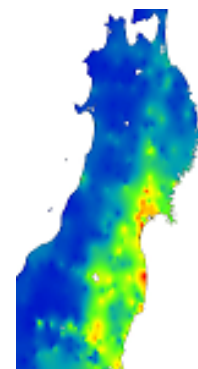


図-2 PGV の空間分布

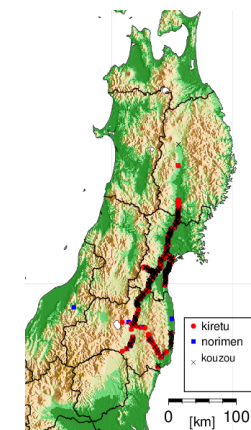


図-3 被災位置

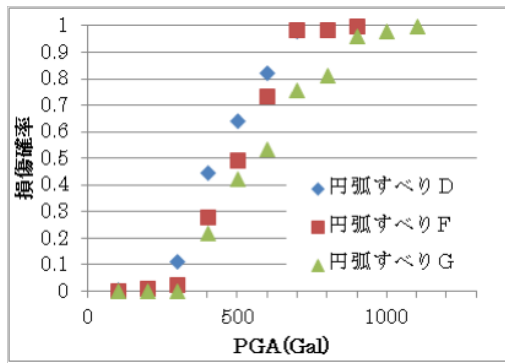


図-4 損傷確率の累積頻度分布(円弧すべり)

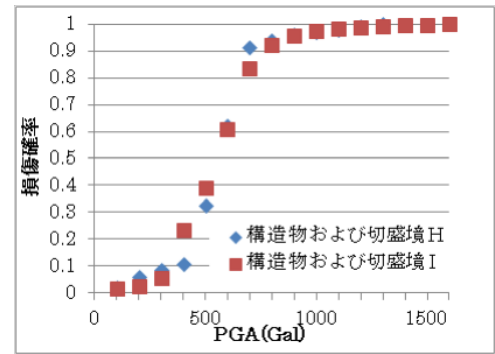


図-5 損傷確率の累積頻度分布
(構造物および切盛境)

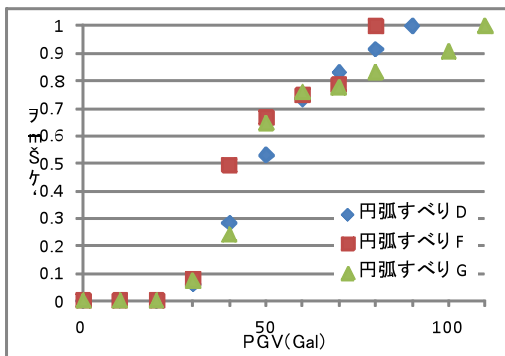


図-6 被災率と PGV の関係(円弧すべり)

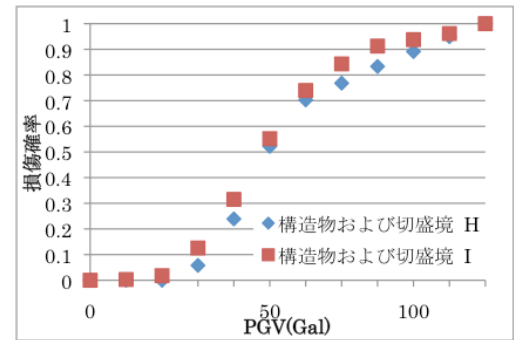


図-7 被災率と PGV の関係(構造物および切盛境)

なり, PGA が 200Gal, PGV が 10kine より大きくなると被害が生じ, PGA が 400 から 600Gal, PGV が 40 から 50kine にて損傷確率が 50%となっている。次に、構造物境界及び切盛境の段差であるが、H はクラックのみ被災、I はクラック及び段差の被災であり、被災度ランクによらず、PGA が 200Gal, PGV が 30kine 以上で被害が発生し、PGA が 500 から 600Gal, PGV が 50kine 程度で損傷確率が 50%となっている。と比較的大きな値で損傷確率が 50%となっている。PGV は 55Gal で損傷確率が 50%となっている。

4. 地震動強さと被災形態に応じた被災度ランク別被災率との関係

IC 間の被災形態に応じた被災度ランク別の被災件数を盛土区間長で除した被災率と各 IC 位置での地震動強さの平均値との関係として、その地震動強さのうち PGV と区間別被災率の頻度分布の累積値との関係を図-6, 7 に示す。構造物境界及び切盛境の段差における被災率は、盛土のすべり変状が生じる被災率より数倍程度多いことが分かる。

5. 盛土のフラジリティー曲線について

図-4, 5 の損傷確率は、被災形態に応じた所要の被災度ランクの被害が 1 件生じる条件付き確率を表し、図-6, 7 の被災率は盛土の単位区間あたりに被災形態に応じた所要の被災度ランクの被害発生件数を表している。それらの関係を踏まえ、盛土のフラジリティー曲線の評価手法について検討を行う。