

2011年東北地方太平洋沖地震により被災した国道橋梁のフラジリティー特性

日本大学 正会員 中村 晋

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震により多くの社会基盤施設が被災した。高速道路や国道などの道路網は、復旧などに重要な役割を担っている。落橋が生じるような被害は生じていないが、補修や補強のための交通規制などにより、復旧のみならず地域活動に大きな影響を及ぼすことになる。ここでは、国道の橋梁被害を対象とし、それを構成する部位に関するフラジリティー特性の評価を行う。岩手県、宮城県および福島県内に位置する国道のうち、東北地方太平洋沖地震により被災した橋梁は960橋に及ぶ。津波以外の地震動により被災した橋梁を検討の対象とした。まず、被災橋梁位置において地震動強さを推定した。次に、被災した橋梁の構造的な特徴を明らかにするため、被災部位、橋梁の形式、設計基準の年代などについて分析する。最後に、被災数の多い部位を対象とした損傷確率と地震動強さの関係について検討を行う。

2. 検討に用いた被災地点の強震動特性

フラジリティー特性の評価には、盛土の被災位置における地震動強さが必要となる。しかし、被災地点における地盤情報は十分に把握できていないために個別に評価することは困難である。ここでは、被災地点の地震動強さに関する第一近似値として、被災地点の周辺を含む既往の強震観測記録より求めた地震動強さより、スプライン補間法による空間補間により推定された値として求めた。盛土の変状に影響を及ぼす様々な地震動の強度指標のうち、最大加速度PGA、最大速度PGVを地震動強さとして用いた。

3. 橋梁の部位に応じた被災と地震動強さ、構造的な特性との関係

岩手県、宮城県及び福島県に位置する国道のうち被災した橋960橋について、その位置を図-1に示す。津波以外で被災した橋梁の部位に応じた被災件数の比較を図-2に示す。図より、橋台背面の地盤沈下による段差などの被災件数が最も多い。ここでは、支承(沓座の被害含む)と橋台背面地盤の段差の被害と、地震動強さPGAおよびPGV、橋梁の種類、橋長との関係、さらに準拠基準と被災件数の関係について検討を行う。

まず、橋台背面の被災と橋梁の準拠基準との関係を表-1に示す。地震による影響に対する配慮は、1995年兵庫県南部地震後の1996年示方書の改訂にて初めて示された。地震の振動や液状化による沈下が生じる可能性があるため、盛土の施工のみならず、踏掛版の設置が望ましいと規定された。被災した橋梁は1994年以前の古い基準に準拠したものが多く、最近の準拠基準による橋梁も含まれている。地震動強さと構造的な特性との関係として、PGVと橋種に応じた被災件数との関係について図-3に示す。被害が生じた橋梁の、PC、RC形式の橋梁が鋼橋に比べて少し多い程度であり、橋種との明確な関係は認められない。

次に、支承の被災と被災した橋梁の準拠基準との関係を表-2に示す。1978年宮城県沖地震の際には1964年以前の指針による橋梁の支承部が被災していた。被災した橋梁の準拠基準として1980年代以前のものが多く、特に1956年の基準により構築された橋梁の被害が多かった。支承が被災した橋梁位置におけるPGAと橋種、橋長さといった構造的な特性との関係を図-4に示す。これより支承の被災地点においては鋼橋が最も被災件数が多いことが分かる。また、橋長100m以上の橋梁においては橋長が長くなるにつれて小さなPGAに対する被災件数が増える傾向が認められる。これは橋長さが長くなるにつれ、支承への作用慣性力が増加するためと考えられる。

4. 被災部位ごとの損傷確率

橋台背面の段差被害、支承の被害に関する損傷確率とPGAおよびPGVとの関係を図-5,6に示す。ここで、損傷確率は、ある地震動強さ区間における被災した橋梁と損傷した橋梁と無被災橋梁との比率と定義した。橋台背面の段差被害は、PGA、PGVとも地震動強さが増加するにつれ損傷確率が増加する傾向がある地震動強さの範囲で認められるが、PGVは地震動強さの広い範囲で損傷確率の増加と関係し、地盤の沈下が被害原因であることを踏まえ

キーワード 2011年東北地方太平洋沖地震、橋梁、橋台背面、支承、損傷確率

連絡先 〒963-8642 郡山市田村町徳定字中河原1 日本大学工学部土木工学科 TEL 024-956-8712

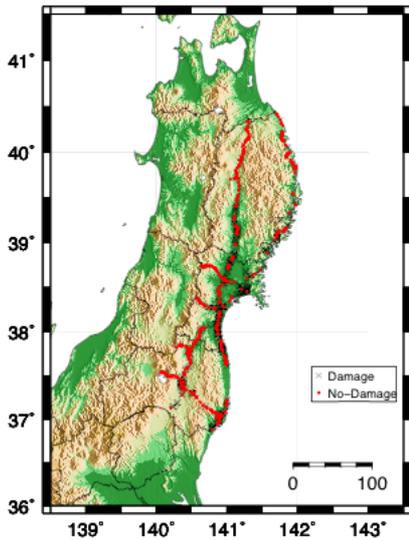


図 1. 岩手,宮城,福島県における被災橋梁(960)と無被災橋梁の位置

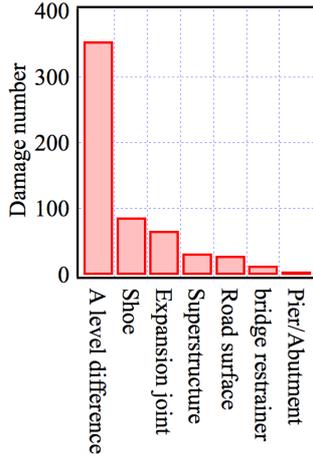


図 2. 部位に応じた被災件数の比較

表 1. 準拠基準年代と橋台背面の被災件数の関係

Revised year of standard		Number of damaged bridge
Before 1963		69
1964	(1964-1974)	88
(1975)	(1975-1989)	55
(1990)	(1990-1993)	7
1994	(1994-1995)	7
1996	(1996-2011)	31

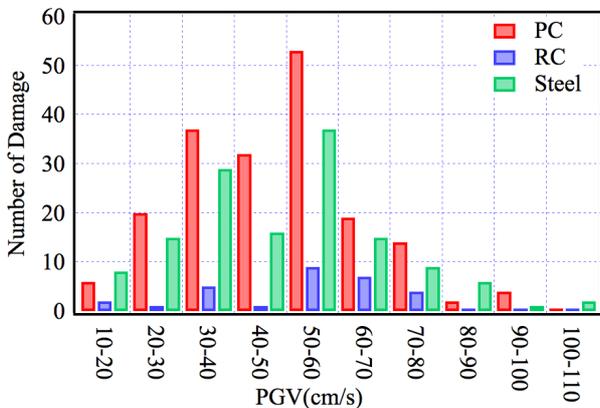


図 3. 橋台背面の被災した橋梁位置の地震動強さ PGV と橋種との関係

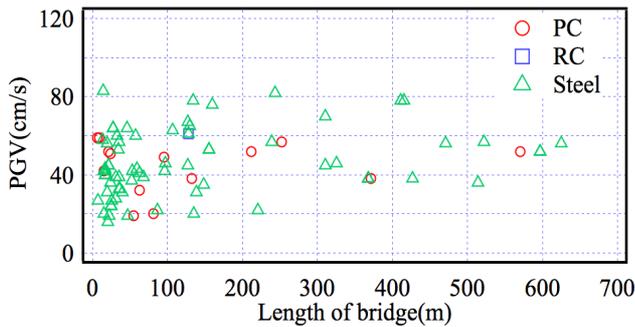


図 4. 支承の被害を受けた橋梁の橋種, 橋長さとも PGV の関係

ると、地震動の速度成分との相関性を有していると考えられる。また、支承の被害についてみると、PGV は、20cm/s から 70cm/s までの広い範囲で、PGV とともに損傷確率が増加する傾向を有している。これより、支承の被害は、地震動の速度成分との相関が高いものの、加速度との関係性も有していることが分かる。

なお、本研究で使用したデータは国土交通省東北地方整備局より提供いただいた。ここに記して謝意を表す。

表 2. 準拠基準年代と支承の被災件数の関係

Revised year of standard		Number of damaged bridge
Before 1955		2
1956	(1956-1963)	10
1964	(1964-1963)	20
1972	(1972-1977)	11
1980	(1972-1979)	15
1983	(1980-1982)	1
1993	(1993-)	7

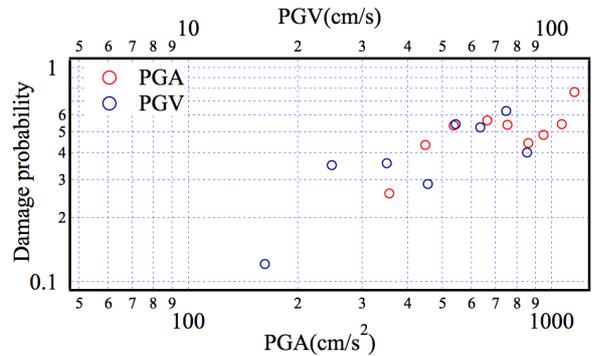


図 5. 橋台背面の損傷確率と PGA,PGV の関係

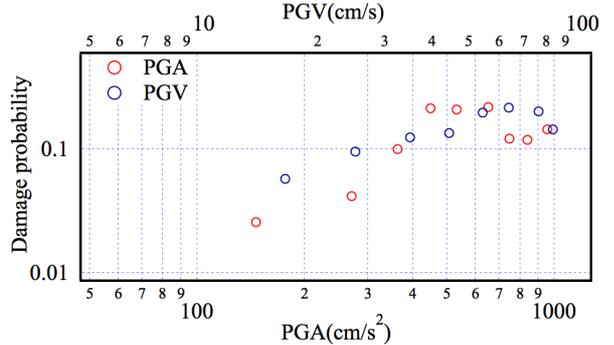


図 6. 支承の損傷確率と PGA,PGV の関係

