高速道路における地震被害の復旧時間に関する調査研究

横浜国立大学　　学生会員　○長崎　亜弥美
フェロー　　藤野　陽三

１．はじめに

我が国では依然として，大規模な地震が発生する度に道路や橋梁に甚大な被害が数多く発生している．道路の被災は，構造物の物的被害だけでなく，救援・復旧活動に影響を及ぼし，さらに道路が通行止めになることでサプライチェーンが寸断され，多大な経済的損失にもつながる．

兵庫県南部地震以降，橋梁の耐震設計基準が見直され，補強が行われてきた．落橋等の甚大な被害は減っているが，近年発生した東北地方太平洋沖地震や熊本地震でも橋梁に被害は確認され，レベル 2 地震動対応の耐震設計がされていない土構造物の被害が多発し，通行止めの主な原因となった．

限られた予算の中で補強の対象を適切に選定することは重要であり，本研究では高速道路の地震被害の定量的評価の一つとして復旧時間を採用し，その特性を分析するとともに今後の耐震設計・補強について考える．

２．地震被害

東北地方太平洋沖地震について整理した．

高速道路の被害形態を，「路面クラック」，「段差」，「沈下・隆起」，「ジョイント部」，「盛土崩壊」，「橋梁」，「その他」の 7 種類に大きく分類すると，図１より段差とクラックの被害箇所が多く，全被害箇所数の約８割を占めている．

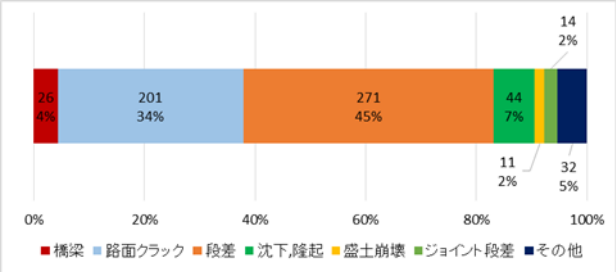

図１　被害形態別箇所数およびその割合

３．復旧時間

高速道路の復旧は，地震直後に点検を行い，緊急交通路とその後の一般交通の早期確保を目標として段階的に実施される．ここでの復旧時間は地震発生から応急復旧作業完了までの時間とする．応急復旧とは，走行に支障のある損傷を応急的に補修し，50km/h 以下での走行や片側通行等の制限付きで一般車両が安全に走行できる状態まで道路を復旧させる作業である．

図２は，全被害箇所数に対する復旧作業完了箇所数の割合の経時変化を示しており，橋梁の損傷が最も復旧に時間を要し，路面クラックや盛土崩壊が比較的復旧時間が長い傾向が読み取れる．

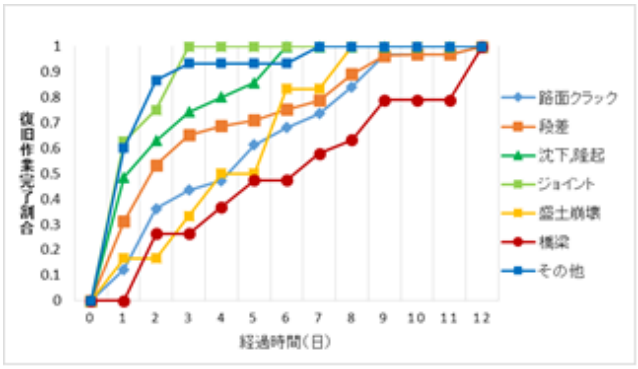

図２　復旧作業完了箇所数の割合の経時変化

各被害形態の応急復旧作業完了までの平均日数と通行止め解除までの平均日数を求めると図３のようになり，盛土崩壊やクラックも橋梁と復旧日数に大きな差はなく，損傷の仕方によっては土工部の被害も復旧に時間を要すると言える．また，どの被害形態でも復旧時間と通行止め解除時間に差があり，これは道路の規制は復旧状況だけでなく，交通量や被災地のニーズも踏まえて判断されるためであると考えられる．さらに，橋梁の損傷を受けた部分別に平均復旧時間を求めると，図４のようになり，支承と桁が特に復旧に時間を要している．桁の損傷は，支承が損傷することによるものが多いと考えられるため，実質は支承の損傷が最も復旧に時間を要すると言える．

キーワード　高速道路，地震被害，通行止め，復旧時間，耐震補強
連絡先　　〒240-8501　横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5　TEL045-339-4041　FAX045-348-4565

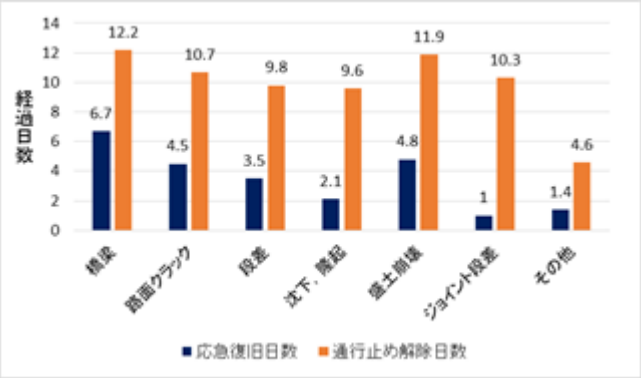

図 3　1 箇所あたりの応急復旧・規制解除平均時間

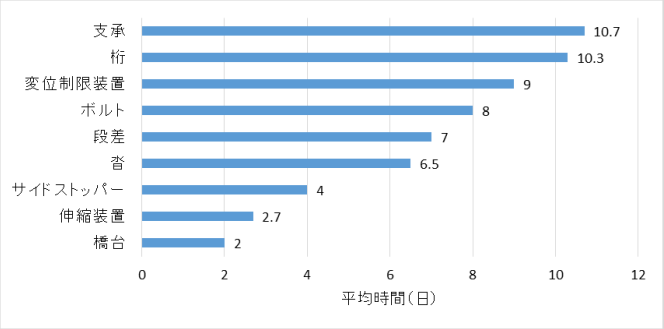

図 4　橋梁部位別の平均応急復旧時間

4．通行止めによる経済的影響

地震時に高速道路が通行止めになることによる経済的損失額を，地震が発生しなかった場合に生じる通常の物流の金銭価値と定義し，

1 台あたりの貨物価値(円/台)×1 日あたりの通行台数（台/日）×通行止め期間（日）＝損失額（円）

により求める．

1 台あたりの貨物価値額は，営業用普通貨物車 1 台あたりの輸送貨物価値額である 513,346 (円/台) [1]とする．営業用普通貨物車とは，高速道路の車種区分では「中型車」,「大型車」,「特大車」に分類される．貨物車の割合が不明のため，今回は中型・大型・特大車は全て貨物車であると仮定し,1 日あたりの通行台数を求めた [2]．

通行止め期間は，各インターチェンジ間の規制解除時間により，約 0.3～13 日間であった．

以上より，東北地方太平洋沖地震の際高速道路が通行止めになることによる損失額は，約 5600 億円と推定される．

5．耐震補強コスト

橋梁の耐震補強完了率を，補強を必要とする橋脚の補強完了割合とすると，東北地方太平洋沖地震発生の平成22年度末の進捗率はネクスコ東日本管内で 99.6%である．一般的な橋梁 1 橋あたりの概算事業費は 1 億 4000 万円であり [3]，対象橋梁数が約 1400 橋であるため，橋梁の耐震補強事業に要した金額は約 2000 億円であると推定される．

土工部の耐震設計・補強は現在行われていないが，上述したように，土工部の地震被害箇所は非常に多く，復旧に時間を要している箇所があるため，補強の必要性は高い．補強コストを推定するにあたり，東海道新幹線の地震対策に用いられている，盛土本体を補強するネイリング工法のコストである 1m あたり 50 万円という値を仮値として使用する．平成 22 年度時点のネクスコ東日本管内の土工部 2863km 全てに補強を実施した場合，約 1 兆 5000 億円，通行止め区間全てに補強を実施した場合，約 9200 億円必要であると推定される．

6．結論

橋梁の補強効果は見られるが復旧時間は未だに長く，特に支承の損傷は時間を要することから，現在の設計基準に対応していない支承を早急に交換するか，または支承が損傷しても橋としての機能を失わないような対策を講じることが必要である．土工部については，被害箇所数が多くそれに伴い復旧に時間を要しているが，延長が長いため土工部全てに補強をするのは不可能に近く，コストの面から見ても橋梁の補強費用や地震による損失額と見合わない．そのため，補強すべき箇所を特定できるような技術を開発し，土工部にも低コストの耐震補強法を考案し，適用していくべきであると考えられる [4]．

謝辞

ネクスコ東日本(株)関東支社の神田一夫さんに資料につき多大の便宜を図っていただきました．ここに記して感謝いたします．

参考文献

1) 国土交通省　時間価値原単位および走行経費原単位（平成 20 年価格）の算出方法，平成 20 年 11 月
2) 高速道路調査会　機関誌「高速道路と自動車」第 60 巻第 1 号，69-79，2017 年 1 月
3) 土木研究所　「緊急輸送道路の橋梁耐震補強 3 箇年プログラム」耐震補強マニュアル，平成 17 年 6 月
4) 龍岡文夫　土構造物（盛土・擁壁・切土等）の耐震設計の意義・方法・経緯，地盤工学とリスク共生（曽我，藤野編著）6 章，鹿島出版会，2016 年