

橋梁の維持管理方針の意思決定に影響に及ぼす要因分析 ～管理橋梁数の縮小に向けて～

Guideline for Manuscript and Japanese Paper Sample
of the Proceedings of Social Safety Science

南 貴大¹, 藤生 慎², 高山 純一³
Takahiro MINAMI¹, Makoto FUJII² and Junichi TAKAYAMA³

¹金沢大学大学院 環境デザイン学専攻

Kanazawa University, Ph.D. Candidate, Department of Environmental Design

²金沢大学理工研究域地球社会基盤学系 助教

Kanazawa University, Assistant professor, Department of Geosciences and Civil Engineering

³金沢大学理工研究域地球社会基盤学系 教授

Kanazawa University, Assistant professor, Department of Geosciences and Civil Engineering

In Japan, there are now approximately 730,000 road bridges, 2.0 m or longer. In 2013, about 18% of these bridges had been in service for more than 50 years, which is considered the normal service life of a bridge, and it is predicted that in 10 years, about 43% of them will have reached this age. It is difficult for local government facing a shortage of financial resources and human resources to carry out the current inspection continuously. Therefore, in this research, we analyzed decision factors of bridges maintenance management for reducing the administration bridges. The importance of bridges for road users was analyzed by internet survey and pair comparison method

Keywords : bridge maintenance management, regular inspection, pair comparison method

1. はじめに

日本では、橋長 2m 以上の橋梁が約 73 万橋あり、その多くが高度経済成長期に建設されている。今後高度経済成長期以降に建設された橋梁が一齐に老朽化し、建設後 50 年以上経過する高齢橋の割合が、平成 25 年 3 月の約 18%から、10 年後には約 43%、20 年後には約 67%と加速的に高くなることが見込まれている(図-1)¹⁾。緊急的に整備された箇所や立地条件の厳しい橋梁では老朽化が顕在化し、地方公共団体管理橋梁では平成 27 年で約 2300 橋が通行規制を行っており、平成 20 年から 7 年間で約 2.4 倍に増加している(図-2)²⁾。一齐に老朽化するインフラを戦略的に維持管理・更新することが喫緊の課題である。このような中、重大な損傷が生じてから対策を講じる事後保全的な維持管理から損傷が軽微なうちに対策を講じて橋梁の健康寿命を延ばす予防保全的な維持管理に転換を図っている。予防的に対策を講じるためには定期的に橋梁を点検・診断し、橋梁の健康状態を把握

する必要がある。平成 26 年には、国が定める統一的な基準により、5 年に 1 度の頻度で近接目視による全数監視を道路管理者に義務づけられている。定期的な点検を行うことで、橋梁の最新の状態を把握するとともに、措置の必要性の判断を行う上で必要な情報を取得し、予防保全的維持管理を可能にしている。

しかし地方公共団体では、管理する橋梁に対して人材が不足していること、維持管理にかけられる財源が不足していることから、定期点検を行っていない自治体が一定数存在する。一般社団法人次世代センサ協議会の社会インフラ・モニタリングシステム研究会が地方公共団体を対象に行った 5 年に 1 度の近接目視点検の義務化に関するアンケート調査では、点検業務の課題として財源の課題が最も問題視されている³⁾。具体的な課題としては「職員・委託コンサル技術者の人数が、管理橋梁に対し

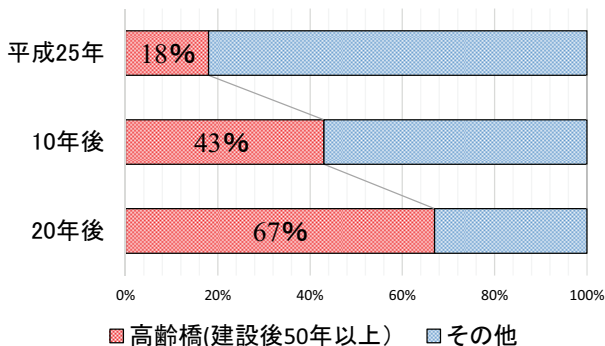
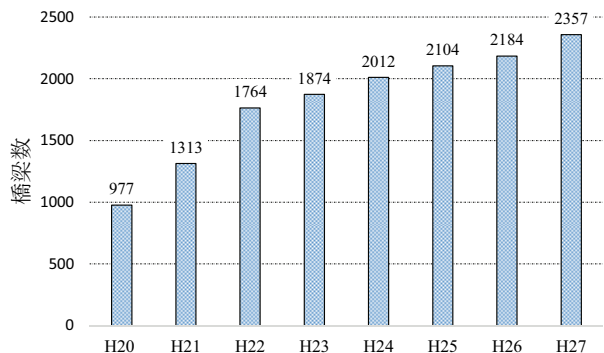


図-1 日本のにおける高齢橋の割合¹⁾



※道路局調べ (H27. 4)
※東日本大震災の被災地域は一部含まず

図-2 地方公共団体管理橋梁の通行規制等の推移 (2m以上)²⁾

て圧倒的に少ない」ことや「点検費用が高いため、修繕にお金があてられない」ことなどが挙げられている。特に市区町村においては、橋梁保全業務に携わる土木技術者が少なく、また、一橋梁当りにかけることができる点検業務費用についても都道府県などの規模の大きな自治体に比べて市町村では少ない。そのため、特に市町村レベルの自治体では財源・人材の不足により今後継続的に予防保全的に維持管理を行っていくことは困難である。一方、人口減少や高齢化に伴い、橋梁の必要性も変化することが予想される。特に生活道路と呼ばれるような住民が地域内の移動に利用するための道路にかかっている橋梁では、人口減少が進むことで、利用者が減少し、必要性も低下することが予想される。

これらのことから、今後継続的に橋梁を維持管理するために、必要性の低い橋梁の戦略的な管理廃止の検討も必要であると考えられる。橋梁の必要性を評価して維持管理の継続、管理廃止の選択をすることが将来的に必要な可能性がある。管理廃止を決定した場合、所要時間の増加など道路利用者の生活に影響を及ぼすことが考えられる。そのため管理廃止を含めた橋梁の維持管理方針の決定を行う際には、橋梁の重要度の評価は、道路管理者の視点だけでなく、道路利用者の視点での評価も重要である。道路管理者の視点での橋梁の重要度として路線の重要性や交通量など「道路の種類」、耐震性や架橋条件などの「構造問題」、橋梁の損傷状況などの「橋梁の健全性」が挙げられる。一方、道路利用者の視点での橋梁の重要度としては、災害時の避難ルートの確保などの「防災面への影響」、公共施設や教育施設、病院などのアクセスの確保を考慮した「公共サービスへの影響」、日用品を購入する施設（スーパーなど）や空港や駅などの広域交通拠点までのアクセス確保を考慮した「地域交流への影響」が挙げられる。

管理廃止を含めた橋梁の維持管理方針の決定を行うためには、道路管理者の視点と道路利用者の視点を考慮した橋梁の重要度評価が必要であるが、本研究では、まず道路利用者の視点に着目して、道路利用者の移動需要について明らかにするとともに、道路利用者が重要視している橋梁の特徴を把握することを目的とする。

2. 既往研究

橋梁のユーザーコスト（橋梁が災害、事故、あるいは補強工事等によって使用できない場合に利用者が蒙る被害）に関する研究も数多くなされている。

杉本らは、橋梁の維持管理における資本の投資順位決定等への貢献を目的とし、北海道の橋梁 384 橋を対象にして、対象橋梁が通行不可能になった場合に、現在の交通量が迂回路に流れることを仮定して、現交通と迂回路交通の総走行時間差を計算し、コストに換算し定量的に示している⁴⁾。

久世らは、高速道路の耐震化優先度指標に、複数の想定地震の予測震度と発生確率を考慮した震度の期待値と、迂回の所要時間を基準に算出した路線重要度、構造物の脆弱度と復旧度を基準に算出した構造物特性による IC 間の交通機能支障度を提案している⁵⁾。

杉浦らは、市民の移動需要を満足しつつ戦略的に管理橋梁数を減らすために、生活道路において一定の旅行時間を満足するネットワーク形状が決定される道路ネットワークデザインモデルを構築するとともに、実務への展開を目指して、複数の移動モード、維持管理戦略を考慮

表-1 調査概要

方法	WEBアンケート調査
対象地域	神奈川県, 石川県, 熊本県
対象者	20歳以上の男女
サンプル数	540サンプル(神奈川県:180, 石川県:180, 熊本県:180)
調査期間	2017/10/6~2017/10/6

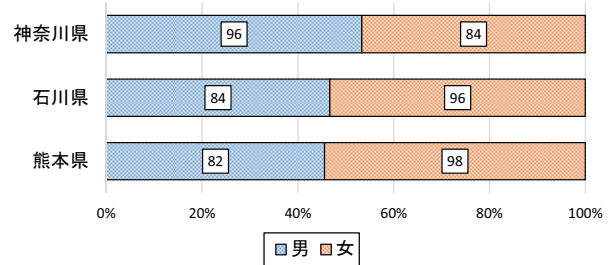


図-3 アンケートの回答者属性（性別）

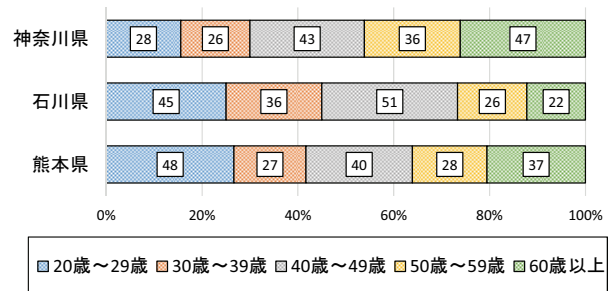


図-4 アンケートの回答者属性（年齢）

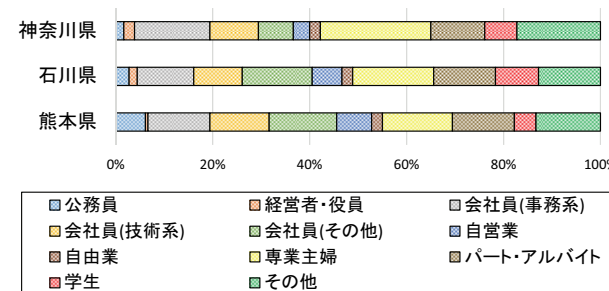


図-5 地方公共団体管理橋梁の通行規制等の

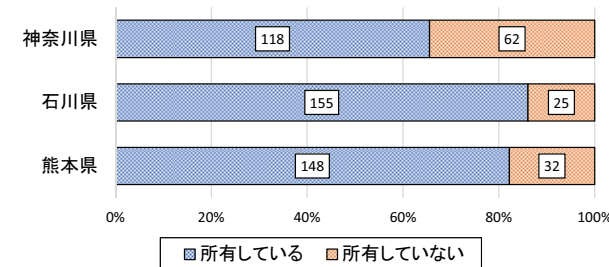


図-6 アンケートの回答者属性（自家用車所有率）

できるような拡張モデルの提案を行っている⁶⁾。

本研究では、資金や人材が不足する中で、膨大な橋梁を保有する地方自治体が、今後、橋梁の維持管理方針の意思決定を行う上で重要視する橋梁のポテンシャルについて明らかにするものである。橋梁のポテンシャルについては、橋梁のリスク（構造上の安全性、災害時の被災リスク）や使用性（橋梁周辺の人口、高齢化率、交通量）、ユーザーコスト（迂回所要時間）を考慮した。

橋梁の維持管理方針における道路管理者の意思決定モデルの構築を行う上で、管理を廃止するという選択肢を含めた点は、既往の研究にはない、本研究の新規性である。橋梁の維持管理方針における道路管理者の管理廃止を考慮した意思決定モデルを構築する上で、道路利用者が考える橋梁の重要度を把握することは重要である。

3. 調査概要

調査概要を表-1 に示す。道路利用者の視点における橋梁の必要性を把握することを目的にインターネット調査会社を通じてWEB アンケートを行った。

本研究では、防災意識による橋梁の必要性の変化を把握するために、内閣府が行った防災に関する意識や活動についての調査結果を参考に、災害危険度に対する危険度の認識率が高い神奈川県、災害危険度に対する認識率が低い石川県、平成 28 年熊本地震で被災している熊本県を分析対象地域として選定し、WEB アンケートを行った。調査対象者としては、20 歳以上の男女とし、各県 180 サンプル、合計 540 サンプル回収した。設問項目は個人属性（年齢、性別、職業、車所有の有無）に関する設問、居住地の特性（郵便番号、居住年数）に関する設問、橋梁の維持管理に対する意識に関する設問、橋梁の必要性に関する設問の大きく 4 つの設問で構成されている。

4. 回答者の基本属性

WEB アンケートの回答者の基本属性について集計を行った。回答者の基本属性について、性別を図-3、年齢を図-4、職業を図-5、車の所有の有無について図-6 に示す。性別に関しては、3 県とも男女比は均等にサンプリングできていることが分かる。年齢に関しては、神奈川県が他の 2 県に比べ、高い年齢層の回答者の割合が高いことが分かる。職業に関しては、3 県とも専業主婦の割合が最も高いが、どの項目も欠損がなく回収することができていることが分かる。車の所有率に関しては、石川県では約 86%、熊本県では約 82%であるのに対し、神奈川県では約 66%と低く、鉄道の分担率が高いことが要因であることが考えられる。

5. 橋梁の維持管理に関する意識

道路利用者の橋梁の維持管理に対する問題意識について把握を行った。

図-7 は橋梁の老朽化が社会問題になっていることの認知度について、図-8 は橋梁の老朽化によって維持管理費用の増加が見込まれていることの認知度について、「よく知っている」「少しは知っている」「聞いたことはあるがほとんど知らない」「まったく知らない」の 4 段階で示している。居住地（県レベル）で維持管理に関する意識の差異はほとんど見られなかった。橋梁の老朽化が社会問題になっていることに比べて、維持管理費用の増加が見込まれることの認知度が低いことが分かる。

橋梁の老朽化に対して今後どのような対策を行うべきであるかについて、「他の行政サービスの質が下がっても、現在ある橋はすべて維持管理を行うべきである」「増税などの負担によって、現在ある橋はすべて維持管理を行うべきである」「橋の重要度を考慮した優先順位を設定し、重要なものから順に維持管理に力を入れるべきである」「現在の行政サービスは維持したまま管理する橋を減らすことで、残った橋に力を入れて維持管理を行うべきである」「分からない」「自分には関係がないのでもよい」

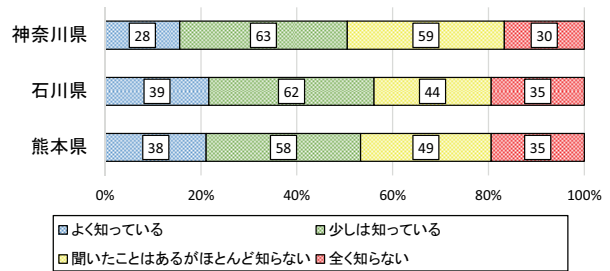


図-7 橋梁の老朽化の認知度

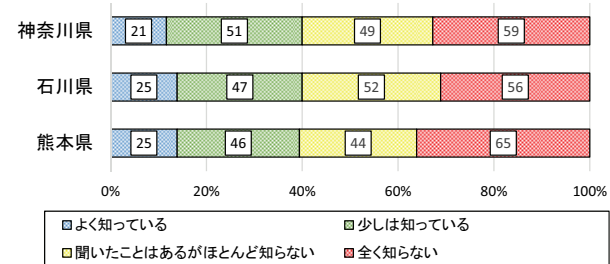


図-8 維持管理費用の増加が見込まれていることの認知度

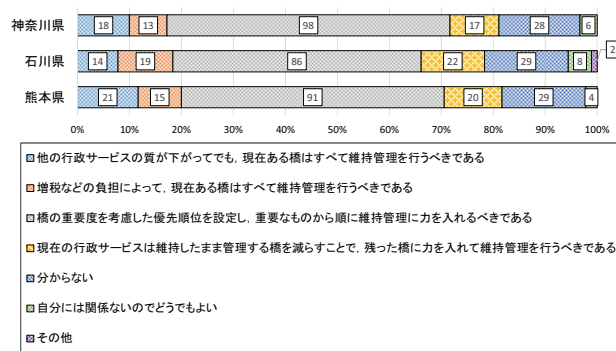


図-9 橋梁の老朽化に対して道路利用者が望んでいる対策

「のでもよい」「その他」の 7 項目を用意して問うており、その結果を図-9 に示す。居住地によって大きな差は見られず、どの地域においても「橋の重要度を考慮した優先順位を設定し、重要なものから順に維持管理に力を入れるべきである」という選択肢が半数を占めていることが分かった。「分からない」「自分には関係がないのでもよい」といった橋梁の老朽化に対する意識が低い意見が、どの地域においても約 20%を占めていることが分かる。また、本研究で対象としている「現在の行政サービスは維持したまま管理する橋を減らすことで、残った橋に力を入れて維持管理を行うべきである」という意見も約 10%を占めていることが分かる。

6. 道路利用者視点の橋梁の重要度評価

道路利用者が考える橋梁の重要評価項目として大きく「防災面への影響」「公共サービスへの影響」「生活拠点への影響」「広域交通拠点への影響」の 4 つを本研究では考慮した。

「防災面への影響」においては、災害時に避難所まで避難ルート上にかかる橋を重要視できるかの指標として「避難所へのアクセス性の確保」を考慮した。

「公共サービスへの影響」においては、市役所などの公共施設へのアクセスの確保、教育施設へのアクセスの確保、病院などの緊急施設へのアクセスの確保、バス停へのアクセスの確保を評価項目として考慮した。

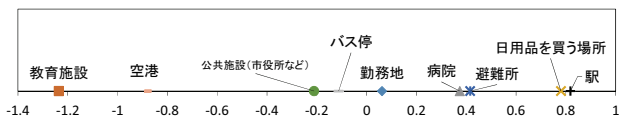


図-10 神奈川県における道路利用者視点の橋梁の重要度

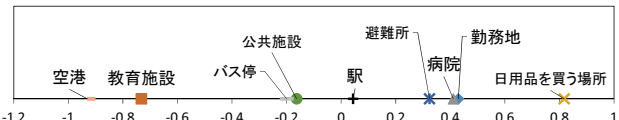


図-11 石川県における道路利用者視点の橋梁の重要度

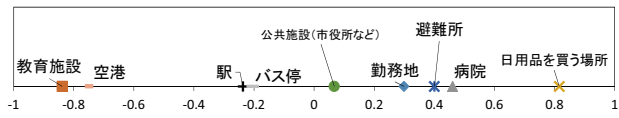


図-12 熊本県における道路利用者視点の橋梁の重要度

「生活拠点への影響」においては、普段日用品を購入する場所（スーパー）へのアクセスの確保を評価項目として考慮した。

「広域交通拠点への影響」においては、広域交通拠点である駅と空港へのアクセスの確保を評価項目として考慮した。

重要度評価項目について一対比較法を用いて、道路利用者がどのような橋梁を重要視しているのかについて分析を行った。一対比較法とは、任意の2つの評価項目を取り出して、1対1で比較し、すべての比較結果を統合して評価（各評価項目の重み算出）を行う方法であり、様々な評価項目を同じ指標で評価することが可能である手法である。本研究では、比較順序による効果は考慮しなくても良いため、順位と差の程度を算出する一対比較の手法のうち、1人の評価者が評価項目のすべての組み合わせに対して往復判断を許す方法で評価する方法である中屋の変法を用いた⁷⁾。

図-10 に神奈川県における一対比較の結果を、図-11 に石川県における一対比較の結果を、図-12 に熊本県における一対比較の結果を示す。横軸が大きくなるほど、重要度が高いことを示しており、横軸が小さくなるほど、重要度が低いことを示している。どの県においても日常的に利用する日用品を買う場所（スーパー）までに架かっている橋梁が重要視されていることが分かる。神奈川県の場合、日用品を買う場所よりも、駅に到達するまでに架かっている橋梁の重要度が最も高く、他県に比べて、鉄道の分担率が高いことが考えられる。

避難所までに架かっている橋梁の重要度については、どの地域においても、病院と同じくらい重要度が高いことが分かる。神奈川県と熊本県では重要度が3番目にあるのに対して、石川県では4番目に位置していることが分かる。これは、前述したように石川県の災害危険度に対する意識が低いことが原因の一つであることが考えられる。

7. まとめと今後の課題

本研究では、道路利用者を対象にWEBアンケートを行い、橋梁の維持管理に関する意識を把握を行った。居住地（県レベル）によって、橋梁に維持管理に関する意識の差異は見られなかった。

また管理廃止を含めた橋梁の維持管理方針の決定を行う上で、考慮すべき道路利用者視点の橋梁の重要度を、一対比較法によって評価を行った。道路利用者が考える

橋梁の重要度は居住地（本研究では県レベル）によって差異がみられた。そのため道路利用者の視点を考慮した重要度決定は全国統一基準ではなく、詳細な地域に分類する必要があることが示唆された。

今後の課題として、本研究では、居住地の分類レベルが県レベルであったが、居住地の特性（人口、道路密度）によって重要度が異なることが予想されるため、より詳細な居住地分類を行い分析する必要がある。また、回答者属性による、重要度の差異についても分析する必要がある。

また、本研究では、道路利用者視点の橋梁の重要度を評価したが、道路管理者視点の橋梁の重要度の評価も行う必要がある。道路利用者と道路管理者が考える橋梁の重要度を把握し、それらのギャップを把握することで、より住民の理解が得られる維持管理の方針を決定することが必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 国土交通白書 H28 第Ⅱ部第2章第2節, <http://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/h28/hakusho/h29/pdf/np202000.pdf> (2017年7月17日閲覧)
- 2) 国土交通省 老朽化の現状・老朽化対策の課題, <http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/torikumi.pdf> (2017年7月17日閲覧)
- 3) 一般社団法人次世代センサ協議会, 点検業務のIoTの活用をめざして 自治体橋梁における橋梁点検業務実態調査報告書【課題・ニーズ調査編】, http://www.socialinfra.org/p_activity/questionnaire/Bridge_tenken_Digest.pdf, 2017年7月19日閲覧
- 4) 杉本博之, 首藤諭, 後藤晃, 渡辺忠朋, 田村亨: 北海道の橋梁のユーザーコストの定量化の試みとその利用について, 土木学会論文集, No. 682, pp347-357, 2001
- 5) 久世益充, 都竹延晃, 岩崎真二郎, 杉戸真太, 高速道路路線における耐震化優先度評価に関する検討, 土木学会論文集A1(構造・地震工学), Vol. 70 No. 4 p. I_219-I_226
- 6) 杉浦聡志, 町勉, 塚本 睦, 高木朗義, 倉内文孝: 道路統廃合を念頭にした生活道路ネットワークデザインモデルの実装に向けた拡張, 土木学会論文集 F4(建設マネジメント), Vol. 71, No. 4, p. I_53-I_63, 2015
- 7) 高木英行: 使える!統計検定・機械学習-III: 主観評価実験のための有意差検定, システム/制御/情報, Vol. 58, No. 12, p. 514-520, 2014