

# GIS を用いた橋梁配置の戦術的縮小に関する研究 - 橋梁撤去によるコスト削減が住民生活に与える影響の数値化 -

建築都市デザイン学科 2280170004-0 荒木 望  
(指導教員 山田悟史)

## 1. はじめに

近年、地方の急速な過疎化が進み、地方自治体は財政的問題から、交通インフラの整備と維持がままならず、道路メンテナンス年報<sup>注1)</sup>によると、橋梁の約1割が「Ⅲ早期措置段階」及び「Ⅳ緊急措置段階」となっている。

さらに老朽化による更新費増大<sup>1)</sup>により、今後生活インフラの維持管理状況はさらに厳しくなるため、道路統廃合を伴う都市のコンパクト化が喫緊の課題である。

荒川ら<sup>2)</sup>は地方自治体の将来予算規模内に抑えられるよう、LCC が大きい橋梁から撤去し、その場合に住民に与える影響を到達所要時間の期待値の変化を評価している。

だが、社会インフラを廃止・縮小を実施すべきだという声は国民の半数に満たない<sup>注2)</sup>。住民の合意形成のためには利用者の視点に立った計画が必要である。

## 2. 研究概要

本研究では、主に GIS <sup>注3)</sup> のネットワーク解析を用いて橋梁撤去が住民に与える影響を数値化することで橋梁を評価し、財政負担軽減のための橋梁配置縮小についても評価する。H 県 S 市でのケーススタディで検証・考察を行う。

解析は、S 市上の人口をもつ 4 次メッシュ<sup>注4)</sup>を起点、A 島の複数の公共施設<sup>注5)</sup>を終点として、候補橋梁を撤去したときの起点-終点間の移動時間 (OD コスト) 変化から橋梁撤去の影響を分析する。図 1 に本研究における解析手法の概略を示す。要素を地図上にプロットした (図 2)。

本研究は大きく 2 つの検証から構成される。

検証 1. 道路ネットワークからみた各橋梁の評価

撤去候補の橋梁を 1 橋ずつ撤去したときの住民生活への影響を数値化し、各橋梁を評価する。

検証 2. 超長期での戦術的縮小とその影響の評価

将来減少するインフラ管理予算確保のための橋梁配置縮小に際し、住民が受ける影響の評価と、その計画における撤去候補選択手法について検討する。

## 3. 検証 1. 道路ネットワークからみた各橋梁の評価

S 市が管理する「Ⅲ早期措置段階」の橋梁 1 ~ 50 までを候補として、ケースごとに 1 橋撤去していく。現状維持をケース 0 とし、それ以外をケース 1 ~ 50 とする。ケースごとのネットワーク解析により、期待値 (到達所要時間) を算出し、ケース 0 からの変化量を求め、各橋梁の利

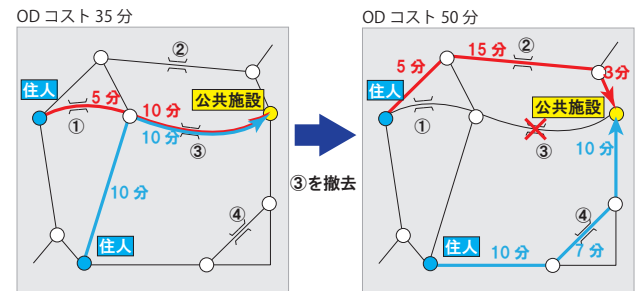


図 1 解析手法の概略

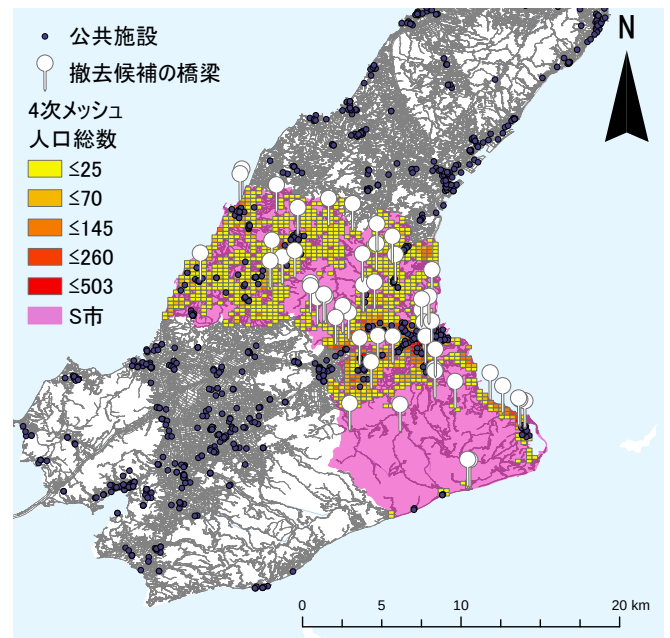


図 2 対象地にプロットした要素

便性寄与度を評価する。期待値は次の式で算出する。

$$\text{期待値} = \frac{\sum_{k=1}^n (\text{メッシュ } k \text{ の OD コスト} \times \text{起点人口})}{\text{起点人口総数}}$$

$n=1130$  (起点メッシュの総数)

解析結果について、数値と地理的特性から考察を行った。特徴<sup>注6)</sup>を以下に示す。

○利便性寄与度が上位の橋梁

周辺の終点施設の位置条件は異なるが、近辺の様子だけでは重要性が読み取れないものが多い。道路ネットワークの分断や人口分布が、期待値の変化に大きく影響する。

○利便性寄与度が下位の橋梁

近辺の施設分布と人口分布が影響していることが多

A study on tactical reduction of bridges using GIS

- Quantifying the impact of cost reduction by removing bridges on residents' lives-

い。最短パスが通過しにくい道路上の橋梁において、期待値が極端に減少した。農村部や山間部といった過疎地域のみならず、比較的人口が密集している地域において存在することも特徴的である。

また、解析結果と地理的要因とを数値情報を交えて判断すると、検証1.における各橋梁の評価は、分析手法として正当性を持つと言える。

#### 4. 検証2. 超長期での戦術的縮小とその影響の評価

S市住人一人当たりの財政負担額を現在の水準で維持するために必要なコスト削減目標を、長期(2030年)と超長期(2050年)で設定する。S市2020年度の橋梁維持管理予算約1.5億円<sup>注7)</sup>と、人口推計<sup>注8)</sup>から各年の維持管理予算を推計する。

利便性寄与度の低いものから目標額分撤去するシナリオと、LCCの大きいものから目標額分撤去するシナリオに分けてネットワーク解析を行い、ケース0からの期待値の変化量を算出する。橋梁撤去による長期および超長期のコスト削減で、住民に与える影響の数値化と、撤去候補の選定手法について検討する。

解析結果を表1と図3に示す。利便性寄与度で選択すると、2030年はLCC大順で選択するよりも、期待値は0.16秒大きいが、2050年は13秒以上も小さい。コスト削減のための橋梁撤去にあたって、住人へのインパクトを少なくするためには、橋梁自体のLCCのみならず、利便性寄与度を考える必要があると分かる。

しかし、利便性寄与度で選択すると撤去橋梁数はどちらも大幅に増大している。撤去自体に工事費がかかることも考慮しなければならない。

#### 5. まとめ

橋梁撤去が道路ネットワークに与える影響をGISで数値化した上で、住民合意形成における橋梁性能の指標のひとつとして、利便性寄与度を算出し、さらに橋梁配置の縮小による財源確保とその手法の検討をおこなった。以下に得られた知見をまとめる。

1) 橋梁撤去が地域住人の生活に与える影響を、地域間の相互関係や人口分布、及び公共施設分布から、橋梁の利便性寄与度という数値として得ることができた。また数値情報及び地理的要因から、分析手法の正当性を確認した。

2) 財源確保のための合理的な撤去橋梁選定手法を提案した。その結果、超長期での削減目標に対して、住民一人当たり僅か約4.76秒の所要時間増加に抑えられた。

本研究による成果は、あくまで一部の要因から推察したものにすぎない。解析の結果を「住民生活に与える影響」へと近似させるための、より合理的で正当性のあるシステム構築と、得られたデータをさらに客観的に分析できる評価指標の確立を今後の展望とする。

表1 橋梁配置縮小によるコスト削減の結果

|         | 選択順  | 年    | 目標額(千円) | 削減額(千円) | 撤去数 | △期待値(sec) |
|---------|------|------|---------|---------|-----|-----------|
| ケース0    | -    | -    | -       | -       | 0   | 0.000     |
| シナリオ1-1 | 順位下位 | 2030 | 10603   | 13989   | 23  | 0.544     |
| シナリオ1-2 | 順位下位 | 2050 | 30525   | 31286   | 36  | 4.762     |
| シナリオ2-1 | LCC大 | 2030 | 10603   | 10661   | 2   | 0.384     |
| シナリオ2-2 | LCC大 | 2050 | 30525   | 30739   | 20  | 18.041    |

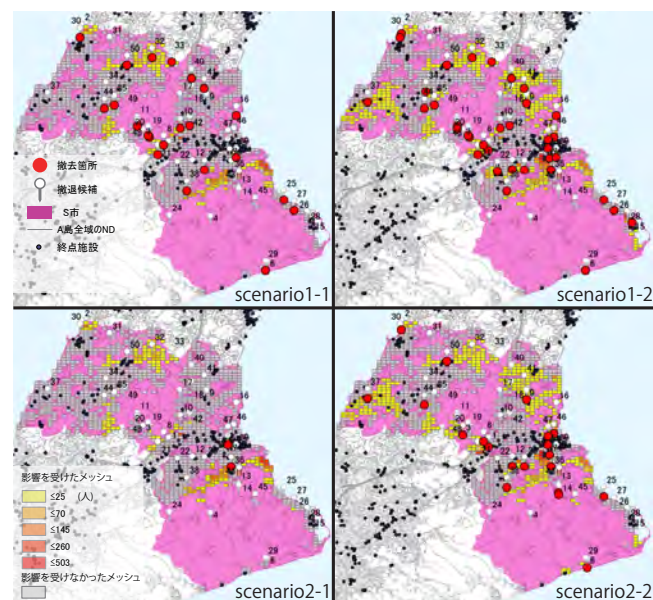


図3 コスト削減のための橋梁配置縮小

#### 注釈

- 注1) 国土交通省主導のもと、平成26年7月から全国の道路管理者が、全ての橋梁、トンネル等を、5年に1度、近接目視で点検を行い、点検結果として健全性を4段階に診断し、まとめたもの。
- 注2) 国土交通省「令和2年版国土交通白書 国民意識調査」に掲載
- 注3) 本研究では、Esri社のArcGIS Pro 2.5.1を使用している。
- 注4) 政府統計の総合窓口 e-Stat(<https://www.e-stat.go.jp/>)よりH29国勢調査の統計データを取得後、加工して使用。
- 注5) 国土交通省 国土数値情報(<https://nlftp.mlit.go.jp/>)より各施設ポイントデータを取得後、加工して使用。
- 注6) 他にも以下のような特徴が存在する。
- 期待値の変化が無い橋梁
  - 期待値に変化がない橋梁は、「最短経路に全く選ばれなかった橋梁」と「一方にメッシュも終点施設もない道路上の橋梁」の二つに類型される。後者を撤去候補とするのは、現実に即した撤退計画としてはふさわしくないため、検証2には含めない。
  - 期待値の変化量がマイナスの橋梁
  - 撤去により、起点が外界のネットワークから分断されてしまったことで起きる。よって、検証2には含めない。
- 注7) S市役所都市整備部建設課へのヒヤリングから設定。
- 注8) 国立社会保障・人口問題研究所「日本の地域別将来推計人口」に基づき、まち・ひと・しごと創生本部作成したものを使用。合計特殊出生率が人口置換水準(人口を長期的に一定に保てる水準の2.1)まで上昇し、かつ人口移動が均衡したとしている。

#### 参考文献

- 1) 赤井伸郎, 竹本亨: 道路インフラの将来更新費と自治体別の財政負担—都道府県管理の道路を対象とした推計—, 財務省財務総合政策研究所「フィナンシャル・レビュー」通巻第124号, 2015
- 2) 荒川俊也, 杉本淳, 井川博, 土谷隆: 地方自治体の長期的公共インフラ管理政策立案とOR的手法による評価—愛知県の橋梁管理を例として—, 日本オペレーションズ・リサーチ学会2018年春季研究発表会, 2018