

4

道路ネットワークの維持更新のための
市町村内CGEモデルの開発山梨大学大学院教授
武藤 慎一

道路ネットワークの劣化に対する維持更新は、今後の重要な課題である。本研究では、橋梁の劣化予測モデルを構築し、甲府都市圏を対象に将来の橋梁劣化状況の予測を行った。そして、維持更新戦略として、事後保全型と予防保全型の二種類の方法に対し、それぞれの維持更新費用を推計した。その結果、予防保全型により36.2%の維持更新費用の削減が見込めることを明らかにした。次に、その費用を燃料税で賄うとした場合、将来の人口減少、電気自動車の普及によって燃料税収がどの程度減少するのかを推計し、予防保全を行った場合でも今後100年で、不足税収が86億円ほどになることを明らかにした。さらに、その不足分を燃料増税によって賄うとした場合、約2.9億円/年の税の超過負担額が発生する結果になった。

自主研究「道路ネットワークの維持更新のための市町村間 SCGE モデルの開発」(日交研シリーズ A-828)

1. はじめに

わが国の道路は、新規建設時代から維持更新時代へと移行している。それに伴い、国や地方公共団体の管理する一般道路では、維持更新費用が増加傾向にある。その一方で関係予算は、国、地方公共団体ともに横ばいまたは減少傾向である。そのため、道路の維持更新費用をできる限り削減すること、その費用を効率的に負担するための財源調達方法を検討することが必要となっている。

本研究では、橋梁の劣化予測モデルを構築し、甲府都市圏を対象に事後保全型と予防保全型という異なる方法による維持更新費用の違いを明らかにする。そして、財源調達方法の検討のために市町村内応用一般均衡(CGE: Computable General Equilibrium)モデルを開発し、維持更新費用を負担するために必要な燃料税水準とそれに伴う税の超過負担額を明らかにする。

2. 橋梁劣化予測モデル

橋梁劣化予測モデルには、劣化現象の原理をモデル化する物理化学的モデルと、点検データから劣化状態変化を推計する統計的モデルがある。本研究では、国土技術政策総合研究所¹⁾で用いられている後者のモデルに基づき、概ね5年の間隔で実施される橋梁点検データから劣化の状態遷移確率を推計する方法を用いる。劣化の状態遷移確率は以下の式で表される。

$$P_{ij} = \frac{\text{時刻}t^A\text{の点検時に状態}i\text{かつ時刻}t^B\text{の点検時に状態}j\text{の橋梁数}}{\text{時刻}t^A\text{の点検時に状態}i\text{の橋梁数}} \quad (1)$$

ただし、 P_{ij} : 状態*i*から状態*j*への遷移確率。

実際の橋梁劣化は、地域環境によって差異がある。交通量の影響や塩害、凍害、化学的侵食などによって劣化状況は変わる。本研究では交通量の影響のみを考慮するものとし、内山ら²⁾が示した小型車および大型車交通量別の劣化要因に係る補正係数により式(1)を補正した。

式(1)の推計には国土交通省の道路メンテナンス年報の橋梁定期点検結果³⁾を用いる。この点検データには交

通量の影響が含まれるため、補正された式(1)に点検データを当てはめることにより P_{ij} を推計した。その結果が以下である。

$$\mathbf{P} = \begin{matrix} & \begin{matrix} 5 & 4 & 3 & 2 & 1 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 5 \\ 4 \\ 3 \\ 2 \\ 1 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.7898 & 0.1934 & 0.0120 & 0.0048 & 0.0 \\ 0.0 & 0.4732 & 0.4942 & 0.0326 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 & 0.6398 & 0.3602 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.3816 & 0.6184 \\ 0.0 & 0.0 & 0.0 & 0.0 & 1.0000 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (2)$$

式(2)と交通量配分を行って得られるリンク交通量によって、各年の健全度別橋梁の将来の劣化状況(将来健全度)の予測を行うことが可能になる。

3. 維持更新費用の推計

続いて2.の各橋梁の劣化状況の予測結果に対し、維持更新戦略を設定した場合の維持更新費用を推計する。維持更新戦略には、事後保全型管理と予防保全型管理の二種類を想定する。前者は、橋梁の損傷が深刻化し、機能に何らかの障害が発生してから修繕するというものである。後者は、定期点検の実施により橋梁の健全度を把握し、損傷が深刻化する前に更新あるいは修繕を行うというものである。

推計にあたり事後保全型では、劣化状態が1(損傷が著しい状態)か2(損傷が大きい状態)に達したときに修繕され、状態5(損傷のない状態)に回復されるとする。予防保全型では、状態1、2、3(損傷ありの状態)に達したときに修繕され、状態5に回復されるとする。それぞれの修繕費用は、貝戸ら⁴⁾を参考に、事後保全型128(千円/m²)、予防保全型48(千円/m²)とした。山梨県の一橋梁あたりの平均面積は440(m²)である。

2011年から2110年までの約100年間の維持更新費用を推計した結果が図-1である。ただし、予防保全型は現実に合わせて2021年から実施されると想定する。事後保全型は100年間で総額1,186億円、予防保全型は756億円(事後保全型に比べ36.2%削減)になった。

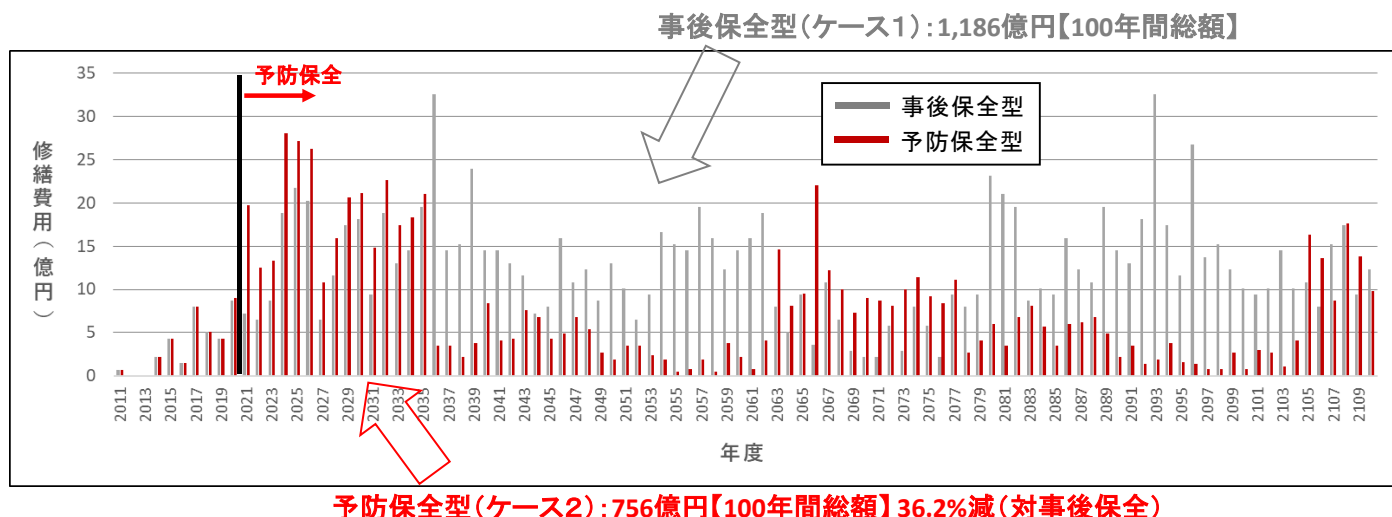


図1 事後保全型および予防保全型の各管理方法による維持更新費用の推計

4. 市町村内 CGE モデルの開発

前章で推計された維持更新費用を燃料税により賄うものとする。前章の推計は今後 100 年間で想定しており、そこには様々な不確実性が存在する。そこで、将来の人口減少と電気自動車 (EV) 等の非化石燃料車の普及をシナリオとして与え、今後 100 年の燃料税収を予測する。そのため、甲府都市圏を対象にした市町村内 CGE モデルを開発した。モデル開発にあたり、市町村内社会会計行列の作成が重要になる。ここでは①2011 年の山梨県産業連関表を基に、山梨県と甲府都市圏内各市町村の産業別従業人口数により按分計算を行い、甲府都市圏内各市町村の産業別付加価値額、生産額を求める。②最終需要額のうち民間消費額は家計人口数により、政府消費額と公的投資需要額は公務員人口数、民間投資需要額と移出入額は総従業人口数により按分計算を行い、甲府都市圏内各市町村のデータを推計する。③山梨県産業連関表の中間投入係数を用いて甲府都市圏の中間投入額を求め、RAS 法により調整計算を行う。以上により、甲府都市圏内の各市町村の地域内産業連関表を作成した。

これを基に、市町村内 CGE モデルのパラメータ推定を行い、人口減少ケースとして CGE モデル内の家計の総利用可能時間を山梨県の人口減少率 60% に応じて削減するパターン、EV 普及ケースとして、ほぼ全車 EV に転換することにより自動車燃料投入から電力投入へ切り替わるパターンを想定して燃料税収の推計を行った。

その結果、甲府都市圏全体での 100 年間の総燃料税収は 479 億円になると推計された。これより、今後、予防保全型の維持更新を行ったとしても約 277 億円の不足税収の生じることがわかる。この不足税収分を各年平均的に燃料税の増税で賄うとすると、それに伴う税の超過負担額は 2.9 億円/年と推計された。大きな税の超過負担の

発生する結果となっており、これは甲府都市圏では域内で石油製品の生産がなされておらず、移輸入に頼っている。その移輸入される石油製品に対する課税が、域内に大きな経済的影響をもたらしたものと推察される。

5. おわりに

本研究は、道路ネットワークの維持更新に係る問題に対し、甲府都市圏を対象に橋梁の劣化予測を行い、維持更新戦略として事後保全型と予防保全型の二種類に対する維持更新費用の推計を行った。その結果、2011 年から 2110 年の約 100 年間で、予防保全型の維持更新によって 36.2% の費用削減が見込まれる結果になった。しかし、その維持更新費用を燃料税収で賄うとした場合、人口減少や EV 普及に伴い燃料税収が減少するため、不足税収が発生する。その不足分を燃料増税で賄うとすると約 2.9 億円/年の税の超過負担額の生じることも明らかにした。

今後の課題は、橋梁以外の路面舗装やトンネルの維持更新なども検討すること、財源調達方法についても燃料税以外の手段を検討することなどがある。

参考文献

- [1] 白戸真大、星隈順一、玉越隆史、河野晴彦、横井芳輝、松村裕樹 (2017) 「定期点検データを用いた道路橋の劣化特性に関する分析」『国土交通省 国土技術政策総合研究所資料』No.985 国土技術政策総合研究所
- [2] 内山典之、西山真、平野廣和、佐藤尚次 (2004) 「RC 床版の劣化予測を考慮した橋梁維持管理システムの構築」『応用力学論文集』Vol.7, pp.1141-1148
- [3] 国土交通省道路局 (2020) 「道路メンテナンス年報」国土交通省
- [4] 貝戸清之、保田敬一、小林潔司、大和田慶 (2005) 「平均費用法に基づいた橋梁部材の最適補修戦略」『土木学会論文集』No.801/I-73, 83-96