

人口減少を考慮した複数主要橋梁での長期補修におけるライフサイクルコストの分析

大日本コンサルタント株式会社 正会員 ○谷田 英駿
徳島大学 正会員 奥嶋 政嗣

1. はじめに

近年、橋梁の老朽化に伴い将来発生する維持管理費用の総和（LCC：ライフサイクルコスト）を削減するために、長期補修計画が策定されている。従来の計画ではLCCは補修費用のみを考慮しており、補修工事による交通渋滞やシナリオ間の管理水準の違い、計画対象期間の任意性や妥当性について課題となっている¹⁾。

そこで、本研究では道路利用者負担と橋梁の残存価値を考慮した複数主要橋梁における長期補修計画案の方法論の確立を目的とする。そのため、実在する複数主要橋梁を対象として、橋梁劣化予測モデルと交通量配分モデルを組み合わせた橋梁補修シミュレーションによりLCCを推計し、補修シナリオを比較評価する。

2. 長期補修計画の補修シナリオ

長期補修計画において、「更新型」「事後保全型」「予防保全型」「初期健全度型」の4種類の補修シナリオを基本シナリオ群として適用する。更新型シナリオは、更新工事のみを実施する。事後保全型シナリオは、点検により橋梁劣化が明確な段階で事後的補修が実施される。予防保全型シナリオでは、橋梁劣化の初期段階での予防的補修を想定する。初期健全度型シナリオでは、計画策定段階における橋梁の状態に応じて供用年数による更新工事まで予防保全または事後保全を行う。

一方、予防的補修により橋梁の長寿命化が期待されている。そこで、基本シナリオ群のうち予防的補修が実施される予防保全型シナリオ及び初期健全度型シナリオにおいて長寿命化が達成され更新工事が実施されないシナリオを想定し、これらを長寿命化シナリオ群とする。以上より本研究では計6シナリオを考慮する。

3. 橋梁補修シミュレーションの構築と推計過程

本研究では、LCC推計のために橋梁劣化予測モデルと交通量配分モデルを組み合わせ橋梁補修シミュレーションを構築し、補修シナリオ別にLCCを推計する。

橋梁劣化予測モデルでは、統計的に構築された既存の橋梁劣化モデル²⁾を適用する。本モデルでは、劣化

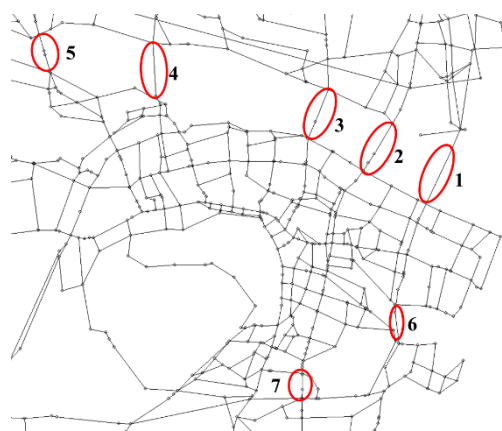


図-1 対象橋梁周辺の道路ネットワーク図

状態を7段階に区分して、年次経過に伴う劣化進行をマルコフ推移確率で表現している。橋梁補修シミュレーションで実施する定期点検では、この推移確率を用いて橋梁の劣化進行の有無を確率的に決定する。

交通量配分モデルでは、徳島広域都市圏を対象として、対象圏域を模した道路ネットワークを構築した。つぎに、平成22年度道路交通センサス起終点調査に基づく車種別OD表を交通需要として、確率的利用者均衡配分法により経路分散パラメータ別に区間交通量を推計し、現況再現を試みた。その結果、経路分散パラメータを調整することで、主要区間での観測交通量との推計誤差が15%以内となる推計結果が得られた。

橋梁補修シミュレーションでは、図-1に示す徳島広域都市圏に実在する7橋梁を対象とする。シミュレーション期間中は、用意した10ケースの乱数系列を用いて橋梁劣化予測モデルによる定期点検を実施し、点検結果により補修工事時期を決定し補修工事が行われる。このとき、車線規制を伴う工事の場合、交通量配分モデルにより道路利用者負担が推計される。以上の手順を橋梁の床版を対象として対象期間100年間実施する。なお、基本シナリオ群では更新型を除き供用から100年が経過すると更新工事が適用されるとする。

対象期間が終了すると、各補修シナリオにおいて橋梁別に残存価値を推計する。残存価値の推計では各橋梁において更新費用を満額として劣化が進行するほど

キーワード ライフサイクルコスト、交通量配分、道路利用者負担、アセットマネジメント

連絡先 〒770-8506 徳島県徳島市南常三島町 2-1 徳島大学 E-mail:okushima.masashi@tokushima-u.ac.jp

評価額が減少するように推計する。推計した残存価値を補修費用と道路利用者負担を足し合わせた LCC から差し引き、補修シナリオの比較評価を行う。

4. 橋梁補修シミュレーションによる推計結果

対象橋梁に対して橋梁補修シミュレーションを実行した。補修費用及び道路利用者負担の補修シナリオ別推計結果の平均値を表-1 に示す。長寿命化を達成した場合、各種費用が大幅に削減される。一方、基本シナリオ群では補修費用では初期健全度型シナリオが、道路利用者負担では予防保全型シナリオが優位となる。これは、予防保全型シナリオでは対象期間初期に劣化が進行している橋梁に対して補修工事を重ねるため、補修費用が多額となるが、期間初期以降に発生する道路利用者負担を抑制することができる。これにより、評価指標によって優位となるシナリオが異なる。

LCC 推計結果について、時間的推移を 10 年ごとに区分して 50 年以降の年代別平均値を補修シナリオ別に表-2 に示す。対象期間を 100 年間とした場合、基本シナリオ群では初期健全度型シナリオが優位となる。一方、50 年間とした場合は事後保全型シナリオが優位となり、対象期間の任意性が生じている。

そこで、対象期間の任意性をはじめとした諸課題を解決するために、本研究で提案した残存価値を考慮した LCC 推計結果について 50 年以降の年代別平均値を補修シナリオ別に表-3 に示す。残存価値を考慮することで、対象期間に関係なく基本シナリオ群では初期健全度型シナリオが優位となる。これより、対象期間を 100 年間から 50 年間に短縮することが可能である。

5. 人口減少を考慮した推計結果

ここまで、橋梁補修シミュレーションでは交通需要を固定値としている。しかしながら、今後我が国全体で人口減少による交通需要の減少が想定されている。

そこで、将来人口の推計値に基づいて将来の年代別 OD 表を推計し、求めた年代別 OD 表を用いて再度橋梁補修シミュレーションを実行した。

人口減少下での残存価値を考慮した LCC 推計結果について、50 年以降の年代別平均値を補修シナリオ別に表-4 に示す。表-3 と比較して平均値が減少しているが、これは交通需要の減少により発生する道路利用者負担が減少するためである。推計結果より、基本シナリオ群では人口減少を考慮した場合においても、対象期間に関係なく初期健全度型シナリオが優位となる。

表-1 評価指標推計結果

補修シナリオ	補修費用	道路利用者負担
更新型	787.7	515.5
事後保全型	589.7	307.0
予防保全型	585.4	290.8
初期健全度型	576.6	292.7
予防保全型(更新なし)	166.2	18.2
初期健全度型(更新なし)	371.3	266.4

単位：億円

表-2 年代別平均 LCC 推計結果

対象期間(年)	更新型	事後保全型	予防保全型	初期健全度型	予防保全型(更新なし)	初期健全度型(更新なし)
100	1303.2	896.7	876.3	869.3	184.4	637.8
90	1166.7	717.8	701.1	694.1	174.6	628.0
80	986.3	634.8	625.9	619.1	163.2	619.1
70	860.1	618.8	615.9	609.0	148.7	609.0
60	742.9	241.2	248.0	238.7	133.6	238.7
50	621.5	170.3	178.7	170.9	117.0	170.9

単位：億円

表-3 残存価値を考慮した LCC での年代別平均値

対象期間(年)	更新型	事後保全型	予防保全型	初期健全度型	予防保全型(更新なし)	初期健全度型(更新なし)
100	929.3	462.5	431.7	424.7	-256.6	196.8
90	803.6	288.4	258.3	251.3	-268.0	186.1
80	619.3	204.2	179.7	172.8	-281.2	172.8
70	483.2	183.4	167.2	159.9	-296.0	159.9
60	366.5	-183.5	-196.9	-198.8	-310.9	-198.8
50	243.2	-252.1	-263.5	-264.8	-325.2	-264.8

単位：億円

表-4 人口減少下での残存価値を考慮した LCC 平均値

対象期間(年)	更新型	事後保全型	予防保全型	初期健全度型	予防保全型(更新なし)
70	299.7	16.4	5.4	-4.0	-303.2
60	205.5	-210.5	-220.0	-223.7	-317.4
50	105.0	-268.2	-276.7	-279.3	-331.3

単位：億円

6. おわりに

本研究では、複数主要橋梁における長期補修計画案の評価のために、補修費用に加えて道路利用者負担のみならず、残存価値を考慮した評価方法を提案した。

その結果、[1]橋梁の長寿命化が実現した場合、大幅な費用削減効果を期待できることを実証した。[2]補修費用と道路利用者負担を合わせた LCC について、残存価値を考慮することで適切な長期補修計画案の立案が可能であるとともに、計画対象期間を短縮できる可能性を実証した。[3]本研究で考案した初期健全度型シナリオを適用することで、従来から検討されてきたシナリオよりも費用が削減できることを実証した。[4]人口減少による交通需要減少が生じた場合でも、本研究で提案した方法論が有効であることを実証した。

参考文献

1) (財) 道路保全技術センター道路構造物保全研究会編：道路アセットマネジメントハンドブック，鹿島出版会，pp.126-127，2008。

2) 津田尚胤，貝戸清之，青木一也，小林潔司：橋梁劣化予測のためのマルコフ推移確率の推定，土木学会論文集，No.801/I-73，pp.69-82，2005。