

全国の橋梁に係る将来の費用推計の試み

堤 盛人¹・古川 誠²・那須 清吾³

¹正会員 筑波大学 教授 システム情報系社会工学域（〒305-8573 茨城県つくば市天王台1-1-1）

E-mail:tsutsumi@sk.tsukuba.ac.jp

²非会員 株式会社 長大（〒104-0054 東京都中央区勝どき1-13-1 イヌイビル・カチドキ）

E-mail:furukawa-m@chodai.co.jp

³フェロー会員 高知工科大学 教授 学長特別補佐（〒780-8515 高知県高知市永国寺町2-22）

E-mail:nasu.seigo@kouchi-tech.ac.jp

地方公共団体ごとに策定され公表されている「橋梁長寿命化修繕計画」の資料を活用することで、地方公共団体が管理する全国の橋梁に関して将来必要となる費用の総計額を推計することを試みた。橋梁長寿命化修繕計画において公表されている維持・修繕・更新に係る費用の前提条件は多様であり、また費用が公表されていない場合もあることから、単純な集計に代わる簡便な方法を用いることで「将来メンテナンス費用」と称する費用の推計を行った。その結果、今後50年間に全国の地方公共団体における橋梁の将来メンテナンス費用は、予防保全が実施されず事後保全型の維持修繕が実施された場合には約27兆円、予防保全型の維持修繕が施された場合には約15兆円、と推計された。

Key Words : road bridge, maintenance cost, repair cost, renewal cost, local government, Japan

1. はじめに

社会資本の維持管理等のあり方を考える上で、必要となる財源の確保は大きな課題であり、言うまでもなく、そのためには実際にこの先必要となる費用がどの位になるのかを知ることが必要不可欠である。しかしながら、膨大な社会資本について個別に費用を推計することは不可能に近く、必要となる費用を知るのは容易ではない。

そのような中、例えば、根本（2011）では、社会資本の種類別に、自治体の資料を参考としながら単価を設定することで、将来必要となる更新投資金額の推計を行っている。また、国土交通省は、いわゆる直轄国道について、橋梁・トンネル・舗装・その他土木構造物・付属物を対象として修繕費を試算し、今後20年の累計で、最大で、事後保全の場合は約5.5兆円、予防保全の場合は4.9兆円の費用が必要となるとの結果をまとめている（日刊建設工業新聞、平成29年9月12日、1面）。

本稿では、地方公共団体ごとに策定する橋梁の長寿命化並びに橋梁の修繕及び架替えに係る費用の縮減に関する事項を定めた計画である「橋梁長寿命化修繕計画」の資料を活用し、地方公共団体が管理する全国の道路橋（以下単に「橋梁」と記す）に関して将来必要となる費用の総計額を推計することを試みる。

2. 推計に用いるデータ

(1) 橋梁長寿命化修繕計画

まず、全国の地方公共団体（49都道府県、20政令指定都市、1,741市区町村）のうち、平成29年6月時点においてインターネット上で公表されている「橋梁長寿命化修繕計画」を収集整理した。その上で、以下の項目からなるデータベースを整備した。

表-1 橋梁長寿命化修繕計画データベースの項目

項目	備考
計画の対象	例：橋長15m以上 or 橋長2m以上
計画の期間	例：50年
試算の想定	例：予防保全型 or 事後保全型
必要費用	単位：億円

ここで、「計画の対象」は、各地方公共団体の橋梁長寿命化修繕計画が対象とする橋梁について識別するものであり、橋長15m以上や橋長2m以上などに区分できる。道路網上の重要な橋梁のみに限定している計画も存在しているが、これらも識別できるようデータベース化した。

「計画の期間」は、各団体が将来的な道路橋の維持修繕費用を算定するに当たって想定した年数である。

「試算の想定」は、今後の将来的な維持修繕の方法

を、橋梁の維持修繕方法を従前と同様に不具合が発見されてから修繕を実施する方法である事後保全型を想定した場合と、定期的な目視点検に基づき適切な時期に適切な修繕を実施する予防保全型を想定した場合で区分するものである。予防保全型の場合は、当該地方公共団体が管理する全ての道路橋について予防保全を実施し長寿命化を図る場合の他、一部道路橋については従前と同様の対処療法的な維持修繕を適用する場合が含まれる。

「必要費用」は、各地方公共団体が、上記の予防保全型または事後保全型の方法で、対象となる道路橋全てについて維持修繕する場合に、計画の期間内に必要となる維持修繕費用であり、既存橋梁の維持修繕だけでなく、更新費用も含むものである。

(2) 道路橋データベース

橋長15m以上の道路橋を対象に実施されている道路施設現況調査（国土交通省道路局）と同様の様式で、全国の橋長2m以上の道路橋を対象に整理された橋梁のデータベースであり、以下の項目を有する。データ項目の詳細は、「道路施設現況調査 調査要綱」に記されているため本稿では記載を省略する。

表-2 道路橋データベースの主な項目

(1) 調査機関区分	(8) 橋梁分類	上部工	構造形式
(2) 地方公共団体コード			使用材料
(3) 道路種別			床板材料
(4) 路線名		下部工	
(5) 橋梁名	(9) 径間数		
(6) 架設年次	(10) 最大支間長		
(7) 橋長	(11) 幅員		

3. 橋梁に係る将来の費用の推計方法

(1) 推計の考え方

全国の地方公共団体が管理する橋梁に関して今後必要とされる費用を推計する方法として、まず、各地方公共団体が橋梁長寿命化修繕計画において推計した維持更新等の費用を単純に合計する方法が考えられる。しかしながら、実際には、橋梁長寿命化修繕計画を公表していない地方公共団体や費用を示していない地方公共団体が多く存在することに加え、表-3に示すように、対象とする橋梁や費用を計上する期間等の前提条件が様々に異なっている。そのため、公表されている数値を単純に合計するような方法は不適切であり、何らかの方法で条件を揃えた上で、費用の見込みを公表していない地方公共団体についても必要となる費用を別途推計するなどして全国推計を行う必要がある。

表-3 橋梁長寿命化修繕計画での費用試算条件

(単位：市区町村数)

期間 橋長	予防保全			事後保全		
	50年	その他	不明	50年	その他	不明
2m以上	284	248	17	273	226	3
15m以上	133	79	3	128	70	3
その他	147	49	3	145	43	1
不明	164	79	2	164	79	2
合計	728	455	25	710	418	9

表-4 市町村における橋長別使用材料別橋梁数

(単位：橋)

使用材料	橋長 2m以上	15m以上	合計
鋼橋	16,187	30,473	46,660
RC	289,280	14,613	303,893
PC	62,082	36,296	98,378
石橋	3,621	272	3,893
鋼・RC(PC)混合	1,227	1,698	2,925
その他	12,331	423	12,754
合計	384,728	83,775	468,503

(2) 具体的な推計方法

そこで本稿では、後述するような方法で推計した橋面積あたりの単価に橋面積を乗じた金額を「将来メンテナンス費用」と称し、その全国推計値を推定する。

表-3に示したとおり、橋梁長寿命化修繕計画において公表されている計画の対象及び計画の期間については、最も頻度の高い「橋長2m以上」及び「50年間」を、ここでの推計の基本とする。実際には、計画の対象及び計画の期間は様々であるので、以下のような調整を施す。

前者については、2m以下の橋梁が含まれている場合や、15m以上の橋梁のみが対象の場合もあるため、個別の地方公共団体について、計画の対象となっている橋梁についての橋面積を求め、単価の計算を行う（2m以下の橋梁については、市町村においても数で0.1%に満たないため、ここではその差異は無視する）。後者については、単純に公表されている試算年数（6～200年）で費用を割って50を掛けることで、50年換算値とする。

その上で、各地方公共団体について、計画に示された費用とそれに対応する橋面積との関係から、橋面積あたりの単価を求める。表-4には、市区町村について、橋長別及び使用材料別の橋梁数を示している。当然、橋梁を構成する材料や置かれた環境によって単価も異なることが想像されるため、実際のデータを精査しながら、そのような違いを反映することを試みる。例えば、鋼構造とコンクリート構造では、そもそもの橋長も異なり、明らかに橋面積あたりの単価が異なるため、本稿ではこれ

を区別する。なお、木橋や石橋等については全体に占める割合は僅かであり無視する。それ以外の単価に影響を与える可能性のある要因についても、最終的には本研究の目的に照らして考慮するか否かを判断する。

なお、将来必要となる費用については、50年という期間の長さを鑑み、（前述のとおり50年間に補正した上で）維持費や更新費を合計した費用を用いる。そのため、本稿で推計する費用は、通常の意味での維持・更新費用とは厳密には一致しないことから、誤解を避けるため、「将来メンテナンス費用」と称する。これは、将来の「維持費」＋「修繕費」＋「改築（更新）費」に相当し、この場合の「メンテナンス」は広義の（改築（更新）も含む）維持管理である。ただし、初期投資である新設費を含まないので、いわゆるライフサイクルコストではなく、計画における目安としての将来の費用である。

(3) 推計に用いるデータの加工

第2章(1)(2)で説明したデータを結合し、推計のためのデータセットを作成した。

前章で説明した、橋梁長寿命化修繕計画及び道路橋データベースには収録されていない項目として、将来メンテナンス費用に影響を及ぼす可能性があると考えられる、①塩害の有無、②凍害の有無を追加した。具体的には、①塩害の有無については、ここでは単純に、海岸線に面する市区町村を沿岸部、それ以外を内陸部として区分した。②凍害の有無については、豪雪地帯対策特別措置法に基づき特別豪雪地帯、豪雪地帯に指定された市区町村、それ以外に区分した。

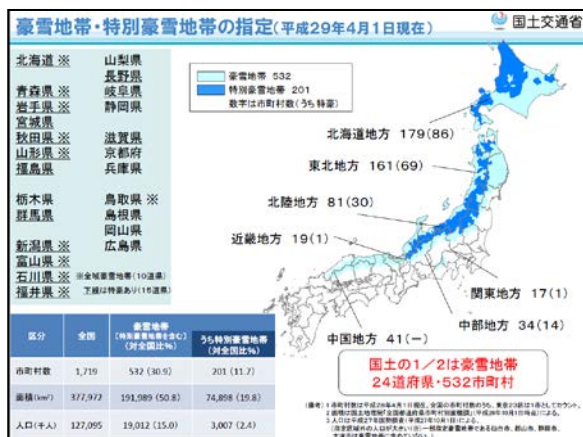


図-1 豪雪地帯対策特別措置法に基づく特別豪雪地帯・豪雪地帯に指定された市区町村
(出典：国土交通省ホームページ)

4. 橋梁に係る将来メンテナンス費用の全国推計

(1) 単価の推定・設定

前章で説明した変数をそれぞれ個別に説明変数とした重回帰分析を都道府県と市区町村に分けて実施した。目的変数は、前述のとおり、維持費と更新費を合計した費用の50年間換算値である。変数を絞り込み、重回帰分析によって推定した単価を、表-5、表-6に示す。表中の***, **, *はt検定の結果を示し、それぞれ、***：1%、**：5%、*：10%水準で有意であることを示す。

表-5 事後保全を前提とした将来メンテナンス費用単価
(単位：万円/㎡/50年)

影響要因			都道府県	市区町村
床板材料	沿岸区分	凍害		
鋼	内陸	—	85	95*
	沿岸		90	244**
コンクリート	内陸	なし	3	39***
		あり	31*	47***
	沿岸	なし・あり	41**	32***

表-6 予防保全を前提とした将来メンテナンス費用単価
(単位：万円/㎡/50年)

影響要因			都道府県	市区町村
床板材料	沿岸区分	凍害		
鋼	内陸	—	7	88**
	沿岸			
コンクリート	内陸	なし	13	14***
		あり	22**	17***
	沿岸	なし・あり	26**	29***

紙面の制約から、変数の取捨選択についての詳細についての記載を省くが、結果として次のような区分としている。①凍害はコンクリートの場合に発生する被害であるため、床板材料が鋼材料の場合は影響がないものとする。②予防保全型の維持修繕が実施される場合、床板材料が鋼材料の場合には適切な時期に塗装等の維持修繕が実施されることから塩害による影響はないものとする。③内陸部に比べ冬期間の寒暖差が比較的小さい沿岸部では、凍害の影響は小さいため区分しないこととする。

統計的に有意にはならなかったために説明変数として採用しなかったいくつかの変数について簡単に補足する。

「架設からの経過年数」については、架設からの年数が大きいほど大規模な修繕等が必要となる可能性が高くなると考えられるが、実際には有意にはならなかった。単純な単回帰分析を行うと、架設からの経過年数が大きい場合に、むしろ単価が低くなる傾向が見られており、架設からの経過年数が大きい場合には、既に大規模な維持修繕が実施された場合も多いためと考えられる。

「橋長」については、そもそも、面積にその情報が含まれていることが影響していると推測される。

豪雪地帯に属する市区町村を区別しても単価に有意な差は見られなかったため、特別豪雪地帯に属する市区町村を「凍害」のある市区町村としてその他市区町村と区別することとしている。塩害の有無は有意ではなかった。

(2) 将来メンテナンス費用の全国推計

推定した単価に橋面積を乗ずることで、今後50年間に全国の地方公共団体における橋梁の将来メンテナンス費用を推計した。その結果、事後保全型の維持修繕が実施された場合には約27兆円、予防保全型の維持修繕の場合には約15兆円、と推計された。その内訳は、図-2に示すとおりである。なお、政令市及び道路公社の単価は、都道府県道と同等であると仮定し推計した。

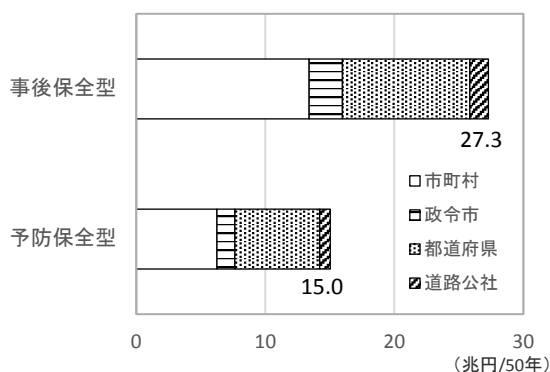


図-2 道路橋の将来メンテナンス費用の全国推計結果

橋梁は個別性が強いいため、データの収集が可能であれば、個別に維持・修繕・更新費の推計を行うのも考え得る一つの方法であるが、その作業は膨大であるだけでなく、実際にはそこでも大きな不確実性に直面するのに対し、集計されたデータを用いることで、そういった不確実性がある程度相殺されることが期待できる。そこで本

稿では、敢えて橋梁長寿命化修繕計画という集計されたデータを用いて、非常に単純な方法により「将来メンテナンス費用」を推計した。実際には、様々な変数の組み合わせを試しているが、推定値の符号が負になるなど解釈に困る結果もある一方で、将来メンテナンス費用の総額そのものは大きく変わらないことを確認している。

図-3には、計画の中で事後保全と予防保全の関係を示しているが、平均的に、予防保全による費用の削減効果を5割程度以上見込んでいること、中には8割以上の削減効果を見込んでいるものがあるといったことが分かる。

本研究で基礎となっている費用は地方公共団体が示した橋梁長寿命化修繕計画に記載されている数字が基になっており、ここでの結果はそれに大きく依存している。しかしながら、それらの数字がどのようにして導かれたものかについては多くの場合詳細が記されておらず、推計の精度を高めるためには引き続き精査が必要である。

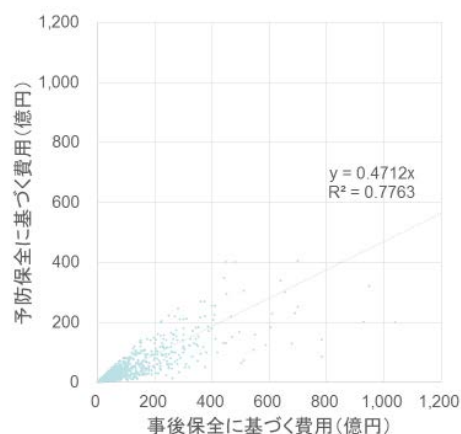


図-3 橋梁長寿命化修繕計画における事後保全と予防保全の場合の費用の関係（市町村）

参考文献

- 1) 根本祐二：朽ちるインフラ，日本経済新聞出版社，2011。
- 2) 日刊建設工業新聞，平成29年9月12日，1面。

(2017. 10. 18. 受付)

TRIAL CALCULATION OF COST FOR MAINTENANCE, REPAIR, AND RENEWAL OF BRIDGES THROUGHOUT JAPAN

Morito TSUTSUMI, Makoto FURUKAWA, and Seigo NASU

This study attempts to estimate the total cost for maintenance, repair, and renewal of bridges throughout Japan by using data publicly available in the ‘Plan for Bridge Life Extension’ published by each municipality. We define a ‘Future Maintenance Cost’ based on a simple estimation method whereby we estimate the cost unit per bridge area by structure and environment type, multiply the cost unit by the bridge area throughout Japan, and then calculate the total summation. The resulting estimated cost for the next fifty years is approximately 27 trillion yen for breakdown maintenance, with an additional approximately 15 trillion yen for preventive maintenance.