

橋梁長寿命化修繕計画とその 実施に関する課題と解決策の検討

学生氏名 岡本 英雄
指導教授 五艘隆志 皆川勝

東京都市大学 工学部都市工学科 (〒158-8577 東京都世田谷区玉堤 1-28-1)

E-mail: gl1418023@tcu.ac.jp

東京都市大学教授 工学部都市工学科 (〒158-8577 東京都世田谷区玉堤 1-28-1)

我が国の橋梁は、高度経済成長期にその多くが集中的に整備されており、これらのうち、建設後 50 年以上を経過する道路橋は、年々増加している。また、道路橋、農道橋及び林道橋の管理者をみると、道路橋の約 88%、農道橋の約 94% 及び林道橋の約 97% が地方公共団体となっており、今後橋梁の維持管理が困難になることが予想される。そこで、近年各地方自治体では橋梁長寿命化修繕計画が策定されており、本研究では、実際の橋梁長寿命化修繕計画について調査を行い、問題点の抽出、改善案の提案を行う。

1. はじめに

1-1 背景

日本の橋梁は、昭和 30 年代に始まる高度経済成長期を中心にして大量に建設され、集中的に整備が進められた。これらの道路橋は近々建設後 40 年～50 年が経過することとなり、劣化損傷が多発する危険性が高まっている。その一方で、経済の成熟化、少子高齢化の進展など経済社会情勢が転換期を迎え、公共投資が抑制される中、合理的・効率的な道路構造物の管理・更新が求められるようになっている。日本に存在する橋梁のうち、およそ 70% が市区町村の管理下にある。現在、道路構造物の管理・更新を行う高度な専門的知識を有する人材が不足している現状にあり、こういった問題は、特に人口規模の少ない地方自治体で問題となっている。こういった問題に伴い、近年では、橋梁の維持管理方法としてこ

れまでの、壊れてから治す『事後保全修繕』から壊れる前に修繕する『予防保全修繕』への転換が推進されている。平成 26 年度に国土交通省から、橋梁における老朽化対策の本格実施に関する提言が定められて以来、多くの自治体が橋梁長寿命化修繕計画の作成に取り組んでおり近年急速に普及してきた。

1-2 『橋梁長寿命化修繕計画』概要

橋梁長寿命化計画とは橋梁における維持管理の指針を定めたものであり、主に『事後保全修繕』から『予防保全修繕』への転換におけるライフサイクルコストの削減を目的とされている。また、普段の点検方法や定期点検の周期、部材の劣化予測や更新時期も定められている。それらの点検結果や補修工事の実施状況に伴い、約 5 年に 1 度の周期で新たな橋梁長寿命化修繕計画が策定される。

土木学会建設マネジメント委員会実践的CM研究小委員会の調査によると、平成 29 年度時点で 1,665 の市区町村がすでに橋梁長寿命化修繕計画を策定済みである。これは全体の約 99%にあたり、橋梁長寿命化修繕計画の取り組みは全国各地に普及しているといえる。

2. 目的

平成 26 年度に国土交通省から、橋梁における老朽化対策の本格実施に関する提言が定められ現在では、多くの自治体で『事後保全修繕』から『予防保全修繕』への転換を目的とした橋梁長寿命化計画が策定されている。橋梁長寿命化計画 (Plan) 策定が本格的に取り組まれ始めたのはここ数年のことであり、国土交通省の提言から、橋梁長寿命化修繕計画の更新は5年サイクルとなっている。現在は最初の計画策定後の実施 (Do), 評価 (Check) といった PDCA サイクルにおける評価 (Check), 改善 (Action) の段階にあるといえる。

本研究では実在の基礎自治体における橋梁長寿命化修繕計画について調査を行い、策定後、計画に基づいた点検や補修が実施されているのか、また計画通りの効果が現れているのか調査を行い、問題点の把握や今後の解決策の検討を行う。

3. 研究方法

3-1 研究対象地域の選定

図-1 は我が国における人口規模別の基礎自治体数を示すものである。人口3万人未満の基礎自治体が半数以上を占めている。今後橋梁の維持管理はこういった人員・財政不足が予想される小規模人口の市区町村であると予想される。また、本研究では実際に策定された橋梁長寿命化修繕計画が計画通りの効果が現れているか調査を行うため、すでに橋梁長寿命化修繕計画を策定済みで、新たな橋梁長寿命化修繕計画の策定を行っている必要がある。そのほかにも、研究のヒアリングをスムーズに行うため関東圏内の自治体を対象とした。したがって本研究の対象とするにあたり次の条件を満たす地域とする。

- ・人口規模 3 万人以下
- ・すでに橋梁長寿命化修繕計画を策定しており、次の計画策定に着手している。

これらの条件に合致する A 市の協力を得て計画から点検、補修工事に至る全プロセスの調査を行った。

* 本研究では、当該基礎自治体による非公開情報のため調査対象の基礎自治体を A 市と表現する。

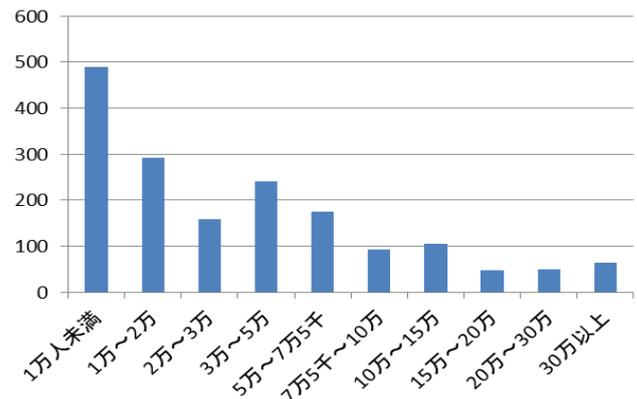


図-1：人口規模別自治体数

3-2 『A市橋梁長寿命化修繕計画』概要

A市は総人口約 18,000 人、管理している橋梁数は 2013 年(平成 25 年度)の時点で 114 橋となっており、それらの橋梁の多くは高度経済成長期に建設され、建設が急増した 1960 年代から 70 年代にかけての 20 年間で全体の 60%が建設されている。今後、これらの橋梁は一斉に老朽化を迎え、その補修費用や人員が不足することが予想される。そこで、A市では橋梁の長寿命化を図り、維持管理費用の縮減と予算の平準化を目的として橋梁長寿命化修繕計画を策定している。

A市では 2013 年度(平成 25 年度)に橋梁長寿命化修繕計画が策定されており 5 年に 1 度の周期で計画の見直しが行われ、2018 年(平成 30 年)に 2 サイクル目の橋梁長寿命化計画が策定される。そのため現在は、1 サイクル目における橋梁長寿命化修繕計画の点検結果、補修状況をもとに新たな計画を作成している段階にある。A市では計画の中で、健全度把握及び維持管理の方針として具体的に次のことを定めている。

- 5年ごとに定期点検を実施し、橋梁健全度の把握や評価を行い、橋梁長寿命化修繕計画に反映させる。また、橋梁を新設した際には、使用後2年以内に初期点検を行う。
- 維持管理において、定期的な道路パトロール時における点検や排水桝などの水回りの清掃を行うことで、損傷や異常個所の早期発見と防錆による劣化対策を行う。
- 橋梁長寿命化修繕計画は、計画策定方針の妥当性を定期的に検討し、5年を目安に管理橋梁全体の計画を見直すものとする。見直しにおける頻度5年については次回見直し時に再検討を行う。

表-1はA市における建設後50年以上経過する橋梁数の割合を示すものであり、将来の老朽化が懸念される状況にある。

表-1：建設後50年を経過する橋梁の割合

	2011	2021	2031
建設後50年未満	80%	52%	24%
建設後50年以上	20%	48%	76%

総橋梁数 114 橋

また、A市では、橋梁長寿命化修繕計画をもとに予防保全型での補修工事を行った場合と、従来通りの事後保全型での補修工事を行った場合では、50年間で3億円の費用削減効果があるとされている。

図2にA市橋梁長寿命化修繕計画における費用削減効果の予測を表す。

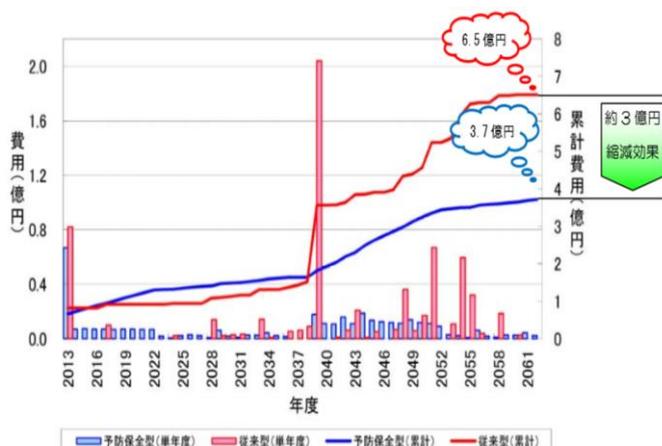


図2：A市橋梁長寿命化修繕計画の費用削減効果

3-3 研究方法

本研究では橋梁長寿命化修繕計画策定（Plan）から実際の維持修繕工事（Do）の実施状況を確認（Check）し、厳しい予算制約の下で取り組むべき施策を提示する（Action）という一連のPDCAサイクルを実際の自治体のデータに基づいて実施する。具体的には2013年度にA市で策定された橋梁長寿命化修繕計画に示された修繕工事費と実際に行われた修繕工事に至る各プロセス（設計、積算）において計上されている費用について比較を行い差額の生じた要因を検討する。

A市では2013年度からの4年間にA橋、B橋、C橋、D橋の4橋について『予防保全修繕』における修繕工事を行っており、以下表-3に計画段階の工事費と実際の工事費を示す。

* 橋梁Dについては、計画段階では予防保全での補修工事を予定していたが、災害により大きな被害を受けたことから撤去工事が行われたため、本研究から除外することとした。

表-3：A市における橋梁長寿命化修繕計画の工事費の比較

	計画段階		実際の工事費
	事後保全	予防保全	
橋梁A	¥115,000,000	¥65,000,000	¥33,000,000
橋梁B	¥26,000,000	¥5,000,000	¥16,000,000
橋梁C	¥66,000,000	¥1,200,000	¥18,000,000

本来、A市では予防保全型の補修工事を行っている。しかし、計画段階による予防保全の補修工事費の予想金額と実際の工事費の予想金額は大きな差が生じている。この差額が生じた要因の特定を行うにあたり、実際に橋梁長寿命化修繕計画を策定した基礎自治体に資料閲覧を依頼し、詳細については非公開とする条件のもと閲覧を行うことができた。

本研究では、表3における計画段階の予防保全を行った場合の補修工事費の想定金額が実際の工事費に変動した要因について特定を行う。

3-4 調査資料の選定

上記で示した通り、橋梁長寿命化修繕計画の策定から補修工事の実施に至るプロセスは以下のようなものである。

①計画策定→②点検→③補修工事の設計・予定価格設定→④入札・契約→⑤補修工事の実施

本研究では各フェーズにおいて計画との金額の相違が発生する要因について以下 a)～c)のような項目を想定し、これらを把握するための資料特定を行った。

a) ①計画策定段階の劣化予測や工事費の見積りが適切ではなく、②点検結果に基づく③補修工事の設計・予定価格の設定は当初計画と異なるものであった。

b) ④入札・契約段階での不調・不落の発生・補修工事のパッケージの変更が発生するなど、想定していた契約を行う事ができなかった。

c) ⑤補修工事の実施において施工方法の変更や天候等不測の事態による契約変更が発生した。

d) 補修工事の必要性は認められたが予算確保ができず実施できなかった。

上記を把握するための資料として以下①～③の行政文書を特定し、A市において資料の閲覧をおこなった。

①平成 23 年度 橋梁長寿命化調査業務委託報告書 (橋梁点検)

②平成 24 年度 橋りょう長寿命化修繕計画策定業務委託報告書

③工事実施するための詳細設計報告書

※③の資料に実施設計業務、補修工事仕様書が含まれる。

4. 調査結果と分析

4-1 調査結果

A市協力のもと、上記で示した問題点の想定 a) b) c) d) について実際の資料に基づき経緯を確認した。その際、①計画策定→②点検→③補修工事の設

計・予定価格設定→④入札・契約→⑤補修工事の実施に至る各プロセスにおける費用の内訳を項目別に明らかにすることを試みた。表 3～5 はその結果を示すものである。ここで、各プロセスにおける工種の設定が統一されていないことが課題となった。これでは直接的な比較を行うことはできない。本研究では各橋梁補修工事の工種については国土交通省が定める「工事種別体系ツリーのレベル 3」に基づいて体系的に工種を整理しなおし、行政担当者には整理後の工種に対して各プロセスにおける費用を書き込んでいただく形で改めて整理しなおした。

契約については全ての橋梁の補修工事の入札工事において、予定価格を超過して契約に至らないケース（不落）や、応札者が現れないケース（不調）、応札内容が調査基準価格を下回り最終的に契約に至らないケースといった事態は発生していなかった。

各橋梁 A, B, C について計画から補修工事に至るまでに実際に発生した事例と、補修工事費の詳細と変動を橋梁ごとに表 4・5・6 と図 3・4・5 にそれぞれに表す。

橋梁 A

表 4 およびこれを帯グラフで図化すると図 3 を見ると以下のようなプロセスであった。

① 橋梁長寿命化計画で見込まれた補修費は、2900 万円、その 1 年後に策定された当初設計では 1,715 万円と 1,185 万円の差が生じている。

② 当初設計の 1,715 万円に対して、予定価格は 1,663 万円となっている。

③ 予定価格 1,663 万円に対して、落札価格は 1,587 万円、契約価格も同一となっている（落札率 92.6%）。

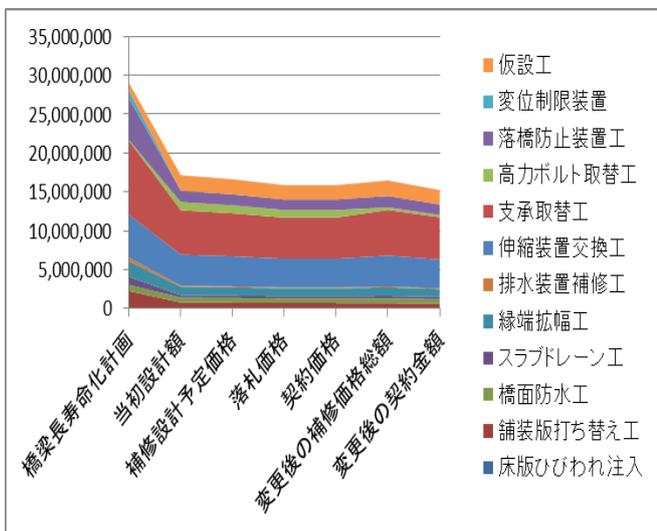
④ 着工後、当初設計段階で想定していた条件とは異なる条件が発生し、官積算上は 1,647 万円になるという計算が行われた。

⑤ 上記の計算結果に落札率 92.6% を乗じる形で 1,524 万円となり、当初契約から 63 万円の減額変更の形で契約変更がなされた。

これに対して、発注者側の担当官のコメントとしては、「橋梁Aは、劣化予測と施工方法は当初計画と比べると、大きな差はなく想定通り補修工事が行われた。」とのことであった。当初設計以降は大きな価格変動はなく、上記コメントの通りであるといえる。

しかしながら、長寿命化計画における見込み額 2900 万円とは 2 倍弱の開きが見られる。長寿命化計画策定段階での工事費用の見積もりは余裕を見込んだとも受け取れるが、精度の高いものではなかったとも考えられる。

図 3：橋梁A補修工事費変動



橋梁B

表 5 およびこれを帯グラフで図化すると図 4 を見ると以下のようなプロセスであった。

- ① 橋梁長寿命化計画で見込まれた補修費は、490 万円、その 3 年 4 か月後に策定された当初設計では 669 万円と 179 万円の差が生じている。
- ② 当初設計の 669 万円に対して、予定価格は 669 万円と同一になっている。
- ③ 予定価格 669 万円に対して、落札価格は 648 万円、契約価格も同一となっている（落札率 96.9%）。
- ④ 着工後、当初設計段階で想定していた条件とは異なる条件が発生し、官積算上は 616 万円になるという計算が行われた。
- ⑤ 上記の計算結果に落札率 96.9%を乗じる形で

596 万円となり、当初契約から 20 万円の減額変更の形で契約変更がなされた。

これに対して、発注者側の担当官のコメントとしては、「当初計画の想定より橋梁の劣化が進行しており、契約後に施工方法の変更による価格の変更があった」とのことであった。当初の橋梁長寿命化修繕計画から当初設計額の段階で工事費用が 179 万円と約 1.4 倍に増加していることから、劣化の進行に伴い、工事費が増加したことが考えられる。以降も契約価格から補修価格総額に対して 616 万と契約の変動があり、上記コメントの通りであるといえる。

しかしながら、長寿命化計画における長寿命化計画策定段階での各橋梁補修工事の工種は、実際に行われた補修工事費の工種と比べ、7 工種も増加しており、橋梁長寿命化修繕計画策定段階における、各橋梁補修工事の工種の想定が精度の高いものではなかったと考えられる。

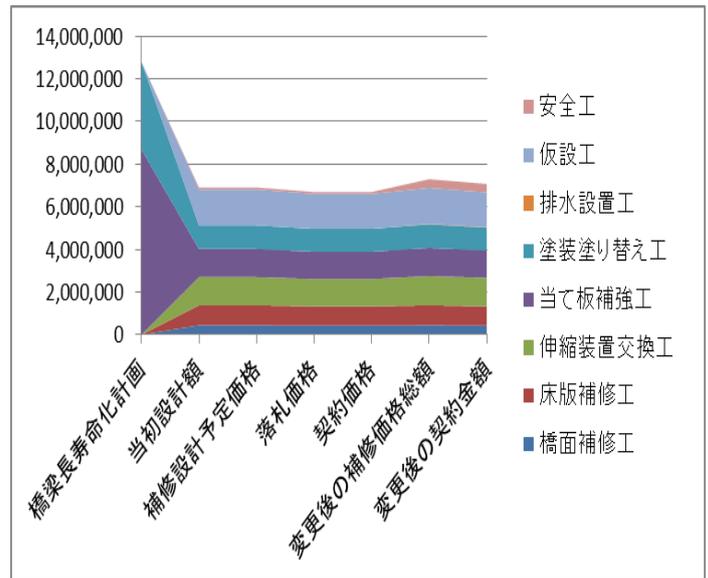


図 4：橋梁B補修工事費変動

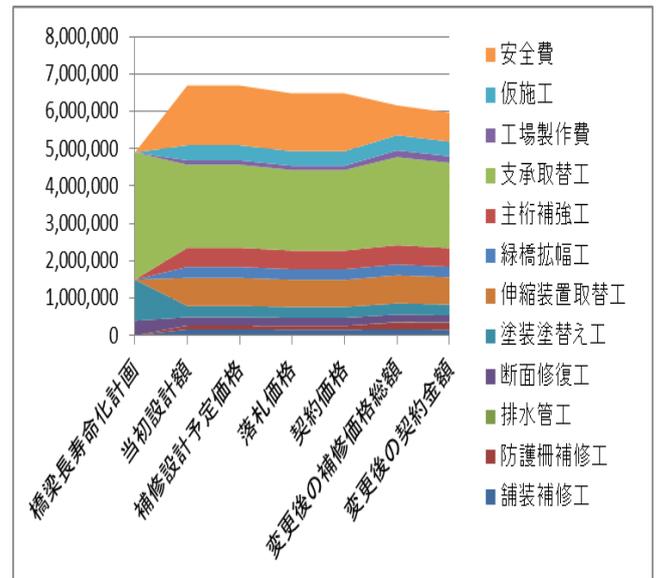
橋梁C

表 5 およびこれを帯グラフで図化すると図 4 を見ると以下のようなプロセスであった。

- ① 橋梁長寿命化計画で見込まれた補修費は、1,280 万円、その 3 年 4 か月後に策定された当初設計では 690 万円と 590 万円の差が生じている。

- ② 当初設計の 690 万円に対して、予定価格も 690 万円と同一になっている。
- ③ 予定価格 690 万円に対して、落札価格は 669 万円、契約価格も同一となっている(落札率 97.1%)。
- ④ 着工後、当初設計段階で想定していた条件とは異なる条件が発生し、官積算上は 729 万円になるという計算が行われた。
- ⑤ 上記の計算結果に落札率 97.1%を乗じる形で 596 万円となり、当初契約から 133 万円の減額変更の形で契約変更がなされた。

また、発注者側の担当官のコメントとしては、「計画では 2014 年度(平成 26 年)に補修工事を予定していたが、国の予算がつかず、2015 年(平成 27 年)に繰り越して補修工事を実施した。」とのことであった。また、表 6 を見ると、橋梁 B と同様に、長寿命化計画における長寿命化計画策定段階での各橋梁補修工事の工種は、実際に行われた補修工事費の工種と比べ、増加しており、橋梁長寿命化修繕計画策定段階における、各橋梁補修工事の工種の想定が精度の高いものではなかったと考えられる。



これらの図 3・4・5 から金額の変動は橋梁長寿命化修繕計画の策定段階から当初設計額の段階で大きく変動していることが見て取れる。さらに、橋梁 B・橋梁 C については計画策定段階での工事工種の予測が不十分で結果的に実際に行った工事工種が増加している。また調査の結果、橋梁 A と橋梁 C では同じ業者が点検・劣化予測を行っており、図の形も非常に近似していることから受注業者によって劣化の予測方

表 4：橋梁 A 詳細補修工事費

工種	橋梁長寿命化計画	当初設計額	補修設計予定価格	落札価格	契約価格	変更後の補修価格総額	変更後の契約金額
橋梁工事						¥16,468,000	
橋梁補修工事						¥16,468,000	
床版ひびわれ注入	50,000						
舗装版打ち替え工	2,200,000	778,000	754,000	720,000	720,000	687,000	635,000
橋面防水工	800,000	633,000	613,000	585,000	585,000	626,000	579,000
スラブレーン工	1,030,000	312,000	302,000	288,000	288,000	312,000	288,000
縁端拡幅工	2,000,000	1,078,000	1,045,000	997,000	997,000	1,078,000	997,000
排水装置補修工	470,000	141,000	136,000	130,000	130,000	131,000	121,000
伸縮装置交換工	5,500,000	3,991,000	3,870,000	3,694,000	3,694,000	3,991,000	3,694,000
支承接替工	9,500,000	5,705,000	5,532,000	5,280,000	5,280,000	5,857,000	5,421,000
高力ボルト取替工	100,000	1,060,000	1,027,000	981,000	981,000	331,000	306,000
落橋防止装置工	5,350,000	1,455,000	1,410,000	1,346,000	1,346,000	1,457,000	1,348,000
変位制限装置	1,000,000						
仮設工	1,000,000	1,998,000	1,937,000	1,849,000	1,849,000	1,998,000	1,849,000
直接工事	29,000,000	17,151,000	16,626,000	15,870,000	15,870,000	16,468,000	15,238,000
間接工事費	29,000,000	19,149,000	18,574,000	17,730,000	17,730,000	16,422,000	15,205,000
工事価格(税抜)	0	36,300,000	35,200,000	33,600,000	33,600,000	32,890,000	30,443,000
工事費(税込)	58,000,000	39,204,000	38,016,000	36,288,000	36,288,000	35,521,200	32,878,440

法や工事費の予測方法に違いがあるのではないかと考えられる。

4-2 問題点の把握

上記で示した問題点のほかに、工事費用の取り扱いについての問題点がわかった。建設工事費は図-6のような体系となっている。実際の支出として計測可能なのは請負工事費である。一方で、A市へのヒアリングによると長寿命化修繕計画に記載されている工事費は直接工事費のみとのことであった。この状況においては表-3の金額を直接比較することは適切ではない。従って、請負工事費と直接工事費の比率を

表5：橋梁B詳細補修工事費

工種	橋梁長寿命化計画	当初設計額	補修設計予定価格	落札価格	契約価格	変更後の補修価格総額	変更後の契約金額
橋梁工事						6,161,000	
橋梁補習工						6,161,000	
舗装補修工		169,000	169,000	163,000	163,000	169,000	163,000
防護柵補修工		101,000	101,000	97,000	97,000	185,000	179,000
排水管工		1,000	1,000	900	900	11,000	10,000
断面修復工	400,000	224,000	224,000	217,000	217,000	199,000	192,000
塗装塗替え工	1,100,000	300,000	300,000	290,000	290,000	300,000	290,000
伸縮装置取替工		751,000	751,000	728,000	728,000	751,000	727,000
緑橋拡幅工		292,000	292,000	283,000	283,000	292,000	283,000
主桁補強工		514,000	514,000	498,000	498,000	515,000	499,000
支承取替工	3,400,000	2,223,000	2,223,000	2,154,000	2,154,000	2,355,000	2,282,000
工場製作費		115,000	115,000	111,000	111,000	181,000	175,000
仮施工		405,000	405,000	392,000	392,000	405,000	392,000
安全費		1,596,000	1,596,000	1,547,000	1,547,000	798,000	773,000
直接工事費	4,900,000	6,691,000	6,691,000	6,480,900	6,480,900	6,161,000	5,965,000
間接工事費		9,649,000	9,649,000	9,359,100	9,359,100	9,079,000	8,808,000
工事価格(税抜)		16,340,000	16,340,000	15,840,000	15,840,000	15,240,000	14,773,000
工事費(税込)		17,647,200	17,647,200			16,459,200	15,954,840

表6：橋梁C：詳細補修工事費

工種	橋梁長寿命化計画	当初設計額	補修設計予定価格	落札価格	契約価格	変更後の補修価格総額	変更後の契約金額
橋面補修工		441,000	441,000	427,000	427,000	440,000	426,000
床版補修工		936,000	936,000	907,000	907,000	936,000	907,000
伸縮装置交換工		1,321,000	1,321,000	1,280,000	1,280,000	1,375,000	1,333,000
当て板補強工	8,700,000	1,319,000	1,319,000	1,278,000	1,278,000	1,319,000	1,278,000
塗装塗り替え工	4,100,000	1,108,000	1,108,000	1,074,000	1,074,000	1,108,000	1,074,000
排水設置工						18,000	17,000
仮設工		1,689,000	1,689,000	1,637,000	1,637,000	1,689,000	1,637,000
安全工		91,000	91,000	88,000	88,000	410,000	397,000
直接工事費	12,800,000	6,905,000	6,905,000	6,691,000	6,691,000	7,295,000	7,069,000
間接工事費		9,875,000	9,875,000	9,579,000	9,579,000	10,275,000	9,966,000
工事価格(税抜)		16,780,000	16,780,000	16,270,000	16,270,000	17,570,000	17,035,000
工事費(税込)	12,800,000	18,122,400	18,122,400			18,975,600	18,397,800

用いたり、設計・積算段階における費目構成等を参照して、長寿命化計画書に記載されている費用（直接工事費のみ）を官積算上の予定価格として置き換え、実際の請負工事費と比較する必要がある。

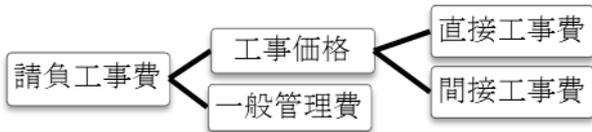


図 2: 請負工事費の構成

※間接工事費については『共通仮設費』と『現場管理費』の 2 項目に分類され、

『直接工事費』と『共通仮設費』を合わせたものが『純工事費』となる。

橋梁長寿命化修繕計画の本来の目的である P D C A サイクルを効率的に行うにあたり、計画段階の工事費用と実際の工事費用を直接比較できないという事は大きな問題点であり、今後改善を行う必要があると考える。

5. 解決策の提案

橋梁長寿命化修繕計画による効果をより一層向上させるためには計画を重ねるごとに改善を繰り返し、劣化予測や費用予測の制度を向上させる必要がある。しかし、現在の計画では計画段階の工事項目や費用の算出が請負企業ごとに差異があり、計画の効果の確認が行いにくい状況にある。こういった現状を踏まえ、これまでの調査により挙げられた問題点の解

決案として橋梁長寿命化修繕計画の計画段階における工事費算出方式の統一化を提案する。

表 6 は本研究で金額の変動を比較する際に使用した表である。工事費用の算出や工事種別の想定を行う際に直接工事費だけでなく間接工事費や安全工事費の算出を義務づけ、計画から実施工事までの金額の変動を確認しやすい状況にする必要がある。そうすることでより効率的な P C D A サイクルの循環が期待される。さらに、工事種別についても請負企業ごとの差異をなくすため、統一化する必要がある。の予測を行うには国土交通省工事種別体系ツリーのレベル 3 を推奨する。

6. 参考文献

- 1) 『老朽化が進行する道路構造物の維持管理』
国土交通委員会調査室 村田 和彦
http://www.sangiin.go.jp/japanese/annai/chousa/rippou_chousa/backnumber/2013pdf/20130510063.pdf
- 2) 平成 23 年度橋梁 某市長寿命化調査業務委託報告書、2011.3 （当該基礎自治体による非公開情報）
- 3) 平成 24 年某市橋梁長寿命化修繕計画策定業務委託報告書 2012.3 （当該基礎自治体による非公開情報）
- 4) 工事実施するための詳細設計報告書
- 5) 国土交通省社会資本システム研究所 平成 29 年度改訂版 工事工種体系ツリー
<http://www.nilim.go.jp/lab/pbg/theme/theme2/se>

表 6 : 橋梁補修工事費用比較

工種	橋梁長寿命化計画	当初設計額	補修設計予定価格	落札価格	契約価格	変更後の補修価格総額
橋梁工事						
橋梁補修工事						
直接工事						
間接工事費						
工事価格(税抜)						
工事費(税込)						

