

## 第4章 将来の維持管理費用の推計

### 4.1 概要

前章までに試算を行った橋梁の架替推移の結果を用いて架替更新費用、現存橋梁にかかる維持管理費、架替られた橋梁の維持管理費について第3章までの結果を用いて将来の推計を行った。

本検討では、多くの情報を公開資料から推定や経験的な数字で補っており、試算結果の絶対値については信頼性が定量的に検証されない。したがって考察は主として経年的な傾向などの定性的なものにとどまる。

### 4.2 更新費用の推計対象

架替更新費用の推計対象は、架替橋梁の推計を行ったもののうち、橋種の分類、架替理由による分類を行わない代表的な基本ケースと、長寿命化による架替推移の平準化効果が最も大きい全年代を長寿命化させたものを対象とした。なお、推計は将来にわたり現在の橋梁数の維持した場合で行った。

以下に架替更新費用の推計を行ったケースを示す。

- ・現状管理を継続した場合（基本ケース：I-B-2、I-B-3）
- ・長寿命化を実施した場合（全橋梁の寿命1.5倍：I-B-2-①、I-B-3-①）

### 4.3 更新費用の計算方法

#### 4.3.1 寿命分布曲線

更新費用の推計に使用する架替橋梁数は、前章までに推定した寿命分布曲線を用いた。使用した寿命分布曲線の寿命特性を表-4.3.1に示す。

表-4.3.1 架設年次ごとの寿命特性（基本ケース）

架設年次	平均	標準偏差
1921～1930	40	10
1931～1940	40	10
1941～1950	30	10
1951～1960	60	20
1961～1970	70	20
1971～1980	70	20
1981～1990	100	30
1991～2000	100	30
2000～	100	30

#### 4.3.2 更新橋梁数の補正

前章までに作成した寿命分布曲線は、架替実績に対する誤差、長寿命化の際に寿命分布曲線上では過去に長寿命化すべき橋梁の長寿命化の対処として以下の補正を行った。

①全橋梁の場合

全橋梁の寿命分布曲線（基本ケース）より得られる更新橋梁数は、ほぼ実績値を再現している（表-4.3.2）。しかし、このままでは長寿命化した場合の寿命曲線は、過去においても長寿命化を目的とした補修を実施してきた結果を表すものであるが、これまで長寿命化補修を実施には行っていないと考えて、現時点における更新橋梁数を現状にすりつける必要がある。

ここでは、以下に示す方法で長寿命化の寿命分布曲線の補正を行った。

- ・現時点の更新橋梁数を現状（基本ケース）の値に設定し、面積 A1 と A2 が等しくなるように 30 年以内ですりつけ補正する。

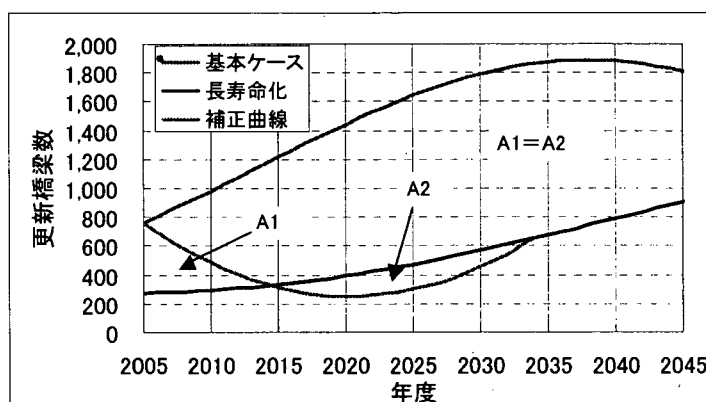


図-4.3.1 寿命曲線（長寿命化）の実績更新橋梁数に基づく補正

表-4.3.2 架替実績および寿命分布曲線対応表

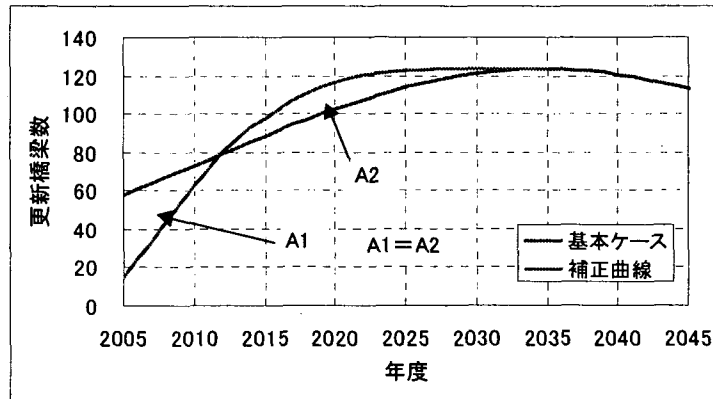
架替調査対象	年次(年)	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
一般国道(直轄含)、都道府県道	①架替データ(橋)	171	162	162	166	150	162	178	247
	②寿命曲線(橋)	145	141	137	134	132	131	132	133
	②/①(%)	85%	87%	85%	81%	88%	81%	74%	54%
直轄	③架替データ(橋)	11	15	20	11	15	18	20	18
	④寿命曲線(橋)	29	28	28	27	27	26	26	27
	④/③(%)	267%	189%	138%	245%	177%	146%	132%	148%

架替調査対象	年次(年)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
一般国道(直轄含)、都道府県道	①架替データ(橋)	190	179	187	175	223	180	180
	②寿命曲線(橋)	135	139	144	149	156	164	172
	②/①(%)	71%	77%	77%	85%	70%	91%	96%
直轄	③架替データ(橋)	13	16	15	7	17	16	15
	④寿命曲線(橋)	27	28	29	30	31	33	35
	④/③(%)	208%	173%	192%	427%	184%	205%	230%

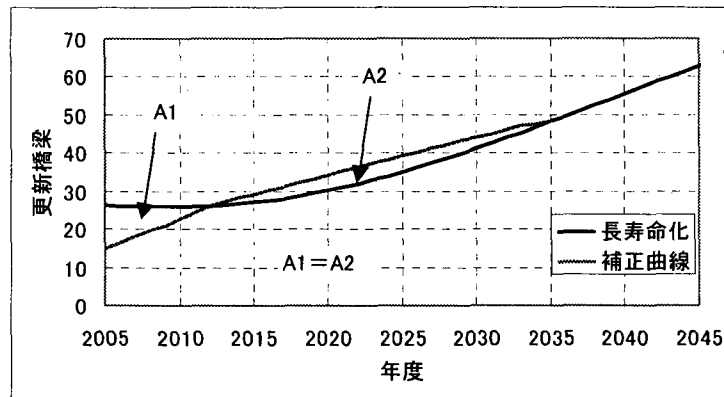
②直轄橋梁の場合

直轄国道の場合、統計的に求めた寿命分布曲線より得られる更新橋梁数と直轄の架替え実績値との間に乖離が生じるため（表-4.3.2）、ここでは、以下に示す方法で寿命分布曲線の補正を行った。

- ・現時点の更新橋梁数を最近 10 年間の直轄架替え実績（平均 15 橋）に設定し、面積 A1 と A2 が等しくなるように、30 年以内で統計的に求めた寿命曲線にすりつけ補正する。



i) 基本ケース



ii) 長寿命化

図-4.3.1 寿命分布曲線の実績更新橋梁数に基づく補正

#### 4. 3. 3 維持修繕・更新費用の計算

維持修繕費及び更新費用の推計方法は以下の通りである。

##### ①現状管理を継続した場合（基本ケース）

$i$  年度の維持修繕・更新費用  $Ca(i)$  の計算方法

$$Ca(i) = C1 \cdot N1(i) + C2 \cdot N2(i) + C3 \cdot N3(i)$$

ここに、

$C1$  : 残存橋梁に対する1橋当たりの補修費用

$C2$  : 既に更新された橋梁に対する1橋当たりの補修費用

$C3$  : 1橋当たりの更新費用

$N1(i)$  :  $i$  年度の残存橋梁数

$N2(i)$  :  $i-1$  年度までに更新された橋梁のうち、 $i$  年度に補修が必要な橋梁数

$N3(i)$  :  $i$  年度の更新橋梁数

※ $i$  年度の残存橋梁数とは、現在から  $i$  年度までに更新された橋梁数を現況の橋梁数から差し引いた橋梁数、すなわち現況橋梁数のうち一度も更新していない橋梁数をいう。

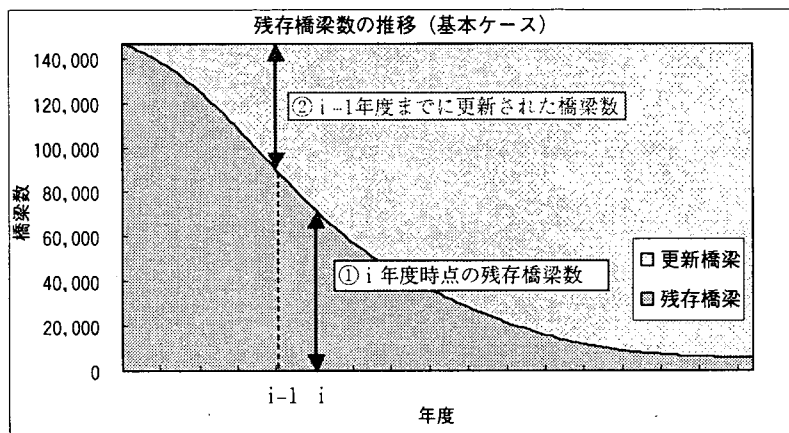


図-4.3.3 現況橋梁数の維持を考慮しない場合の残存・更新橋梁数（基本ケース）

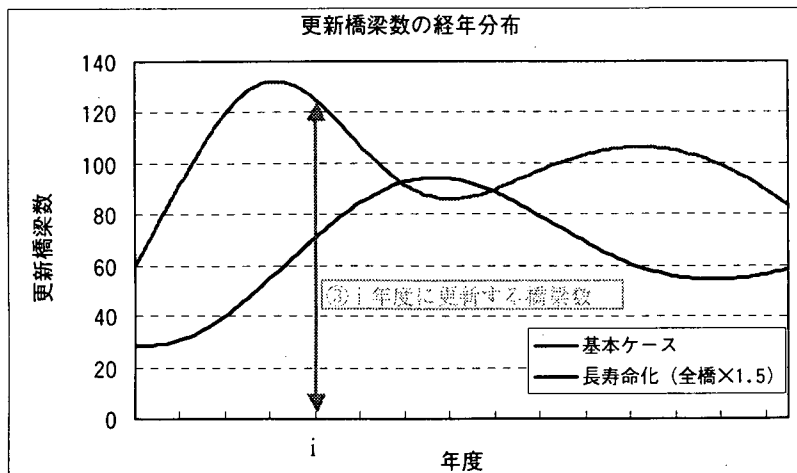


図-4.3.4 現況橋梁数を維持すると仮定した場合の寿命分布曲線（基本ケース）

②長寿命化を実施した場合

$i$ 年度の維持修繕・更新費用  $C_b(i)$ の計算方法

$$C_b(i) = C1 \cdot (N1(i) - N4(i+40)) + C2 \cdot N2(i) + C3 \cdot N3(i) + C4(i)$$

ここに、

$C1$  : 残存橋梁に対する1橋当たりの補修費用

$C2$  : 既に更新された橋梁に対する1橋当たりの補修費用

$C3$  : 1橋当たりの更新費用

$C4(i)$  :  $i$ 年度に必要な長寿命化を目的とした補修費用

$N1(i)$  :  $i$ 年度の残存橋梁数

$N2(i)$  :  $i-1$ 年度までに更新された橋梁のうち、 $i$ 年度に補修が必要な橋梁数

$N3(i)$  :  $i$ 年度の更新橋梁数

$N4(i+40)$  :  $i$ 年度に長寿命化補修の対象となる橋梁数

$C4(i)$ の算定方法に関する考え方を参考-1に示す。

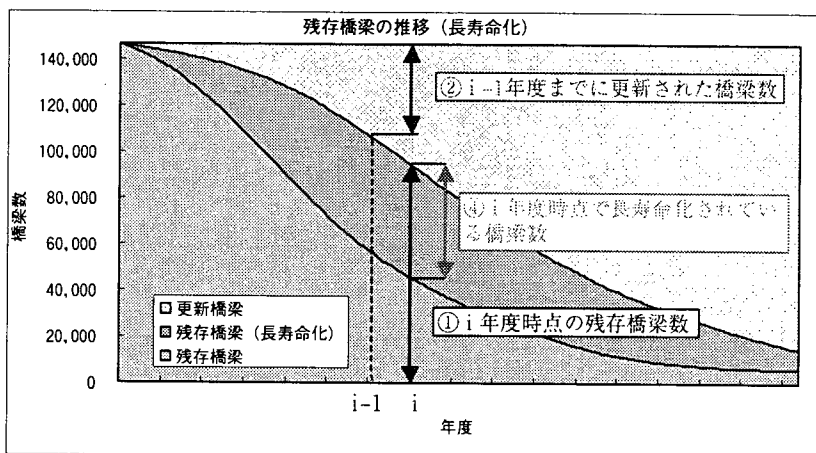


図-4.3.5 現況橋梁数の維持を考慮しない場合の残存・更新橋梁数 (長寿命化)

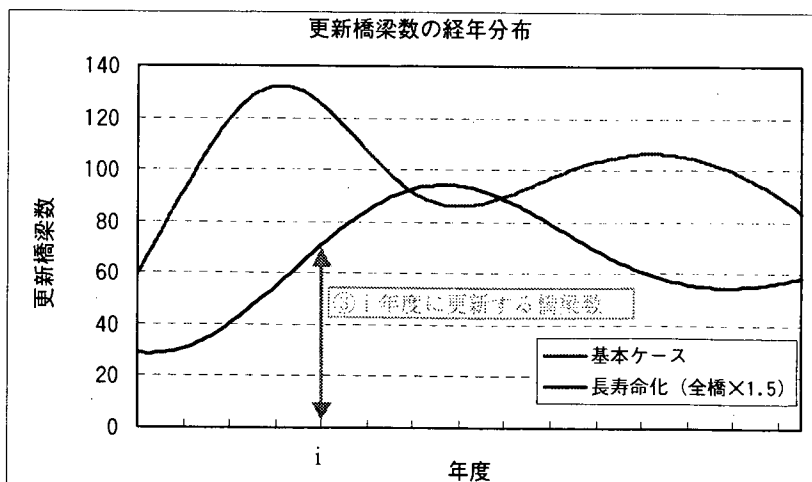
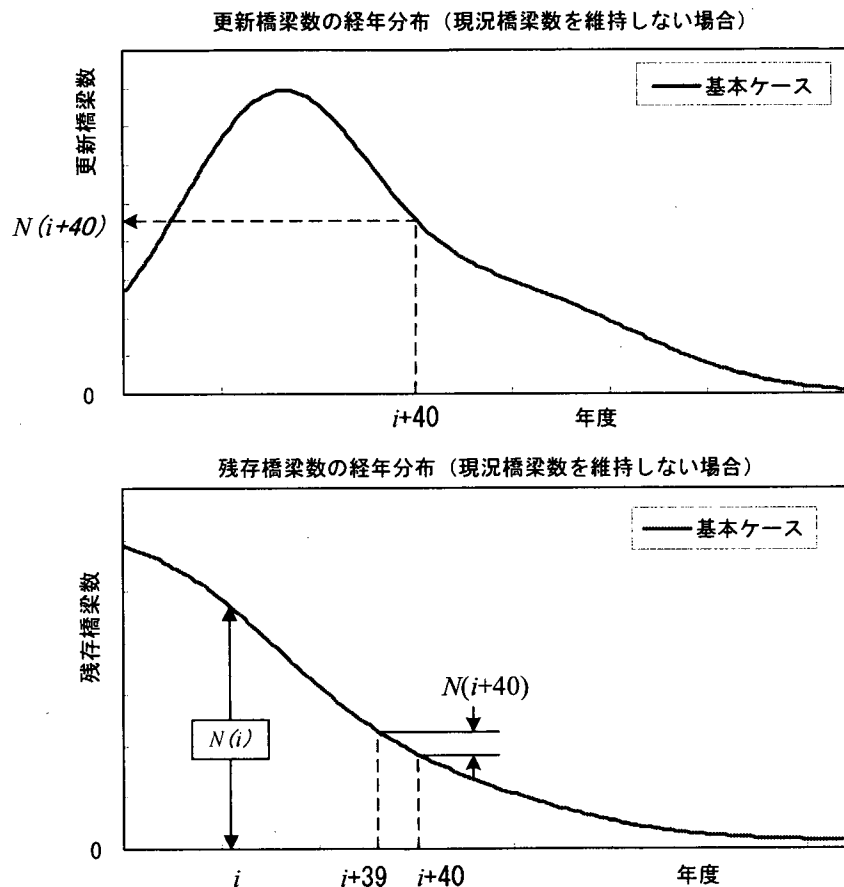


図-4.3.6 現況橋梁数を維持すると仮定した場合の寿命分布曲線

・ 残存橋梁に対する補修対象橋梁数の考え方

現状において ( $i+40$ ) 年度に更新となる橋梁 (橋梁数:  $N(i+40)$ ) を長寿命化するためには、 $i$ 年度に長寿命化のための補修を実施する必要がある (付属資料③)。

したがって、 $i$ 年度の残存橋梁に対する補修対象は、残存橋梁数  $N(i)$  から長寿命化補修橋梁数  $N(i+40)$  を差し引いた橋梁数となる。



$i$ 年度の長寿命化補修対象橋梁数:  $N(i+40)$

$i$ 年度の残存橋梁に対する補修対象橋梁数:  $N(i) - N(i+40)$

図-4.3.7

#### 4.3.4 単価の設定

単価の設定においては、以下の費用に分類を行い必要な単価の設定を行った。

- ・ 残存橋梁に対する1橋当たりの補修費用
- ・ 既に更新された橋梁に対する1橋当たりの補修費用
- ・ 1橋当たりの更新費用
- ・ 1当たりの長寿命化費用

##### ①残存橋梁に対する1橋当たりの補修費用

- ・ 残存橋梁に対する補修は、定期的実施する項目および事後保全的な補修を対象とする（表-4.3.3、4.3.4）。
- ・ 評価開始年における各部材の劣化状況が不明であり、補修時期を特定できないことから、年間当たりの補修工事費に換算する。

表-4.3.3 全橋梁対象

対象部材	直工単価 (千円/橋)	工事費単価(1) (千円/橋)	橋梁数比率	工事費単価(2) (千円/橋)	補修サイクル (年)	工事費単価(3) (千円/橋/年)	備考
桁・床版・下部構造	3,116	4,675	98.4%	4,600	-	4,800	事後保全的補修
鋼床版	13,427	20,141	4.4%	886	15	59	塗装塗替
鋼桁	8,196	12,294	39.0%	4,795	15	320	
支承	21,350	32,025	44.0%	14,091	30	470	交換
伸縮装置	4,297	6,445	98.4%	6,342	30	211	交換
小計						590	支承除く
高欄、地覆、その他	156	234	99.6%	233	-	233	維持修繕費
備考		直工×1.5	総橋梁数に対する当該部材を有する橋梁数比率	(1)×橋梁数比率		(2)÷補修サイクル	

表-4.3.4 直轄橋梁対象

対象部材	直工単価 (千円/橋)	工事費単価(1) (千円/橋)	橋梁数比率	工事費単価(2) (千円/橋)	補修サイクル (年)	工事費単価(3) (千円/橋/年)	備考
桁・床版・下部構造	8,912	13,368	99.6%	13,315	-	13,315	事後保全的補修
鋼床版	46,231	69,346	2.9%	2,011	15	134	塗装塗替
鋼桁	22,491	33,737	52.7%	17,779	15	1,185	
支承	25,896	38,844	44.0%	17,091	30	570	交換
伸縮装置	6,417	9,626	99.6%	9,587	30	320	交換
小計						1,640	支承除く
高欄、地覆、その他	446	668	99.6%	666	-	666	維持修繕費
備考		直工×1.5	総橋梁数に対する当該部材を有する橋梁数比率	(1)×橋梁数比率		(2)÷補修サイクル	

(注)

- ・ 桁・床版、下部構造にかかる事後保全的な補修費用、および高欄・地覆、その他にかかる維持修繕費用は、2003 道路統計年報（橋梁補修費）および補修橋梁数比率を用いて設定した。ここ

で、補修橋梁数比率は、「1-構造物保全率」とし、その増加率は0.5%と仮定した。

- ・塗装塗替のサイクルは、ここでは15年と設定した。
- ・支承の交換サイクルは、鋼製支承の平均的なサイクル30年とし、ゴム支承に交換するため再交換の必要はないものとした。この考えに基づき、支承の交換は1回のみとし、現時点から30年間に對し年間当たりの補修費として計上し、31年目以降は補修費が発生しないものとした。
- ・支承の交換は鋼製支承を有する橋梁を対象とした。

②既に更新された橋梁に対する1橋当たりの補修費用

- ・更新済みの橋梁に対する補修は、定期的実施する項目、および年間あたりの維持費用を対象とする(表-4.3.5、4.3.6)。
- ・塗装塗替および伸縮装置交換の時期については、更新年から補修サイクルを考慮して設定する。
- ・支承の定期交換については、更新の際にゴム支承が採用されるものと考え、その費用を対象から除外する。

表-4.3.5 全橋梁対象

対象部材	直工単価 (千円/橋)	工事費単価(1) (千円/橋)	橋梁数比率	工事費単価(2) (千円/橋)	補修サイクル (年)	備考
鋼床版	13,427	20,141	4.4%	886	15	塗装塗替
鋼桁	8,196	12,294	39.0%	4,795	15	
伸縮装置	4,297	6,445	98.4%	6,342	30	交換
桁・床版・下部構造	31	47	99.6%	47	-	維持費
高欄、地覆、その他	156	234	99.6%	233	-	維持修繕費
合計				12,300		
備考		直工×1.5	総橋梁数に対する当該部材を有する橋梁数比率	(1)×橋梁数比率		

表-4.3.6 直轄橋梁対象

対象部材	直工単価 (千円/橋)	工事費単価(1) (千円/橋)	橋梁数比率	工事費単価(2) (千円/橋)	補修サイクル (年)	備考
鋼床版	46,231	69,346	2.9%	2,011	15	塗装塗替
鋼桁	22,491	33,737	52.7%	17,779	15	
伸縮装置	6,417	9,626	99.6%	9,587	30	交換
桁・床版・下部構造	89	134	99.6%	133	-	維持費
高欄、地覆、その他	446	668	99.6%	666	-	維持修繕費
合計				30,180		
備考		直工×1.5	総橋梁数に対する当該部材を有する橋梁数比率	(1)×橋梁数比率		

(注) 桁・床版、下部構造にかかる維持費用、および高欄・地覆、その他にかかる維持修繕費用は、2003道路統計年報(橋梁補修費)を用いて設定した。



③ 1 橋当たりの更新費用

表-4.3.7 全橋梁対象

対象	直工単価 (千円/橋)	工事費単価 (千円/橋)	橋梁数比率	工事費単価 (千円/橋)
鋼橋	-	283,941	39.0%	110,737
コンクリート橋	-	217,980	57.3%	124,903
混合橋	-	678,148	2.1%	14,241
石橋、木橋、その他	-	-	1.6%	-
合計				249,880
備考		付属④	総橋梁数に対する当該種別の橋梁数比率	

表-4.3.8 直轄橋梁対象

対象	直工単価 (千円/橋)	工事費単価 (千円/橋)	橋梁数比率	工事費単価 (千円/橋)
鋼橋	-	811,990	52.7%	427,919
コンクリート橋	-	496,925	43.7%	217,156
混合橋	-	2,749,594	3.1%	85,237
石橋、木橋、その他	-	-	0.4%	-
合計				730,310
備考		付属④	総橋梁数に対する当該種別の橋梁数比率	

(注)

- ・ 橋梁の架替え費用は、「橋梁の架替えに関する調査結果(Ⅲ)」(土木研究所資料第 3512 号、平成 9 年 10 月)の架替え費用の整理結果を基に設定した(付属資料⑤)。
- ・ 混合橋については、鋼橋の単価を適用することとした。

④ 1 橋当たりの長寿命化費用

- ・長寿命化を目的とした補修は、コンクリート桁、コンクリート床版、コンクリート下部構造に対する予防保全的な補修を対象とする（表-4.3.9, 4.3.10）
- ・長寿命化補修のサイクルは、全国点検結果の分析をもとに、30年と設定した。
- ・各年度に必要となる長寿命化補修費用の算出方法については、付属資料③に示す。

表-4.3.9 全橋梁対象

対象	直工単価 (千円/橋)	工事費単価(1) (千円/橋)	橋梁数比率	工事費単価(2) (千円/橋)	補修サイクル (年)	工事費単価(3) (千円/橋/年)	備考
コンクリート主桁	2,657	3,986	57.3%	2,284	30	76	疲労、塩害、アル骨、中性化等に対する予防保全的補修
コンクリート床版	47,930	71,896	19.9%	14,307	30	477	
コンクリート下部構造	1,830	2,744	98.4%	2,700	30	90	
合計				19,290		640	
備考		直工×1.5	総橋梁数に対する当該部材を有する橋梁数比率	(1)×橋梁数比率		(2)÷補修サイクル	

表-4.3.10 直轄橋梁対象

対象	直工単価 (千円/橋)	工事費単価(1) (千円/橋)	橋梁数比率	工事費単価(2) (千円/橋)	補修サイクル (年)	工事費単価(3) (千円/橋/年)	備考
コンクリート主桁	5,814	8,721	43.7%	3,811	30	127	疲労、塩害、アル骨、中性化等に対する予防保全的補修
コンクリート床版	118,684	178,026	28.3%	50,381	30	1,679	
コンクリート下部構造	3,097	4,645	99.6%	4,626	30	154	
合計				58,820		1,960	
備考		直工×1.5	総橋梁数に対する当該部材を有する橋梁数比率	(1)×橋梁数比率		(2)÷補修サイクル	

(注)

- ・コンクリート床版は、鋼橋のRC床版を対象とする。
- ・コンクリート床版については、適用示方書がS47道示以降のもの、すなわち鋼橋RC床版のうち56.9%について長寿命化が可能とした。

表-4.3.11

適用示方書	橋梁数比率	
S47道示以前	43.1%	43.1%
S47道示、S55道示	43.7%	56.9%
H2道示	5.8%	
H6道示以降	7.4%	

(\*)直轄国道対象

#### 4. 4 更新費用の計算結果

将来の維持修繕費及び更新費用の推移を 2005 年時点を 1.0 として以下に示す。

##### ① 全橋梁

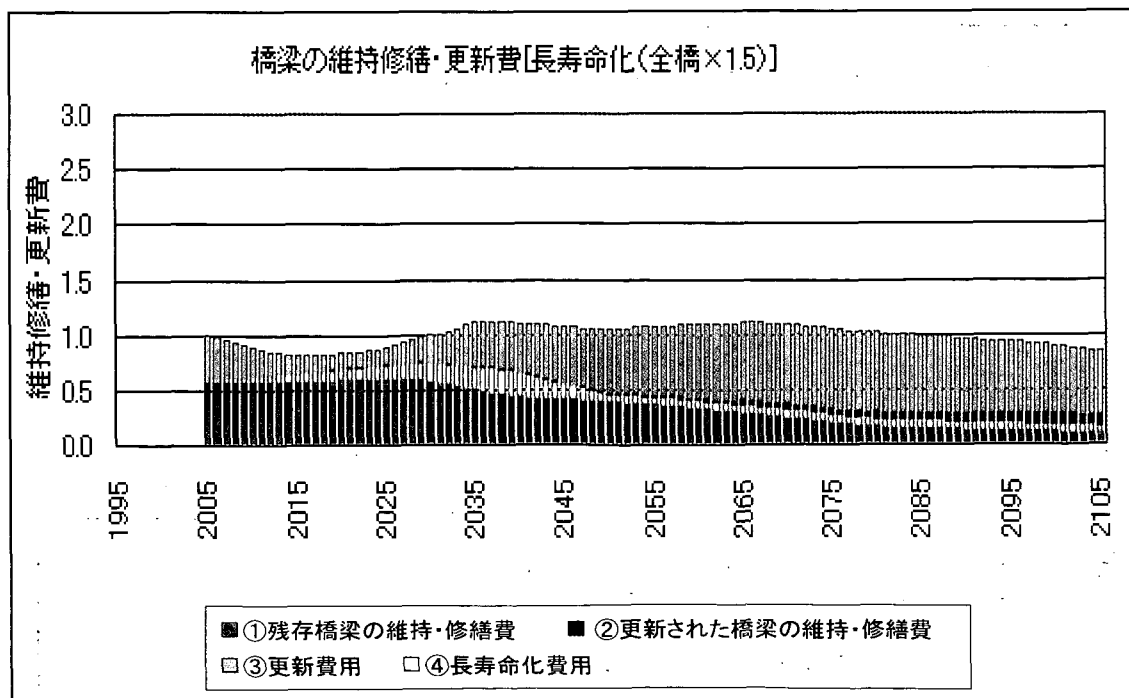
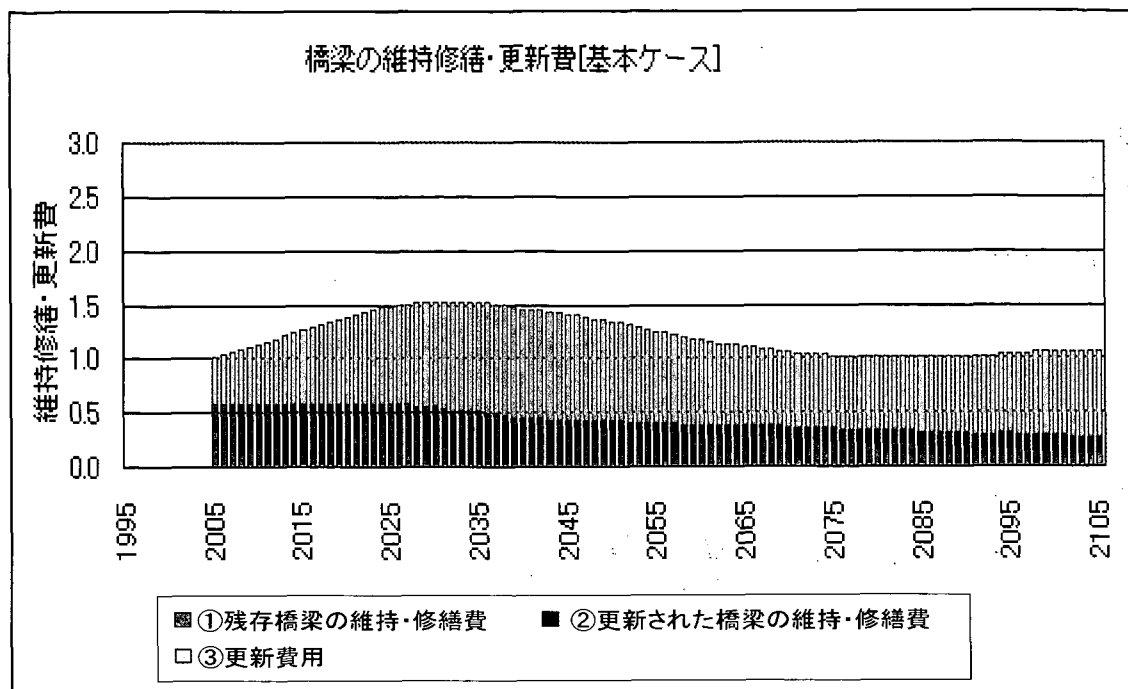


図-4.4.1 全橋梁の維持管理費の推移

②直轄桥梁

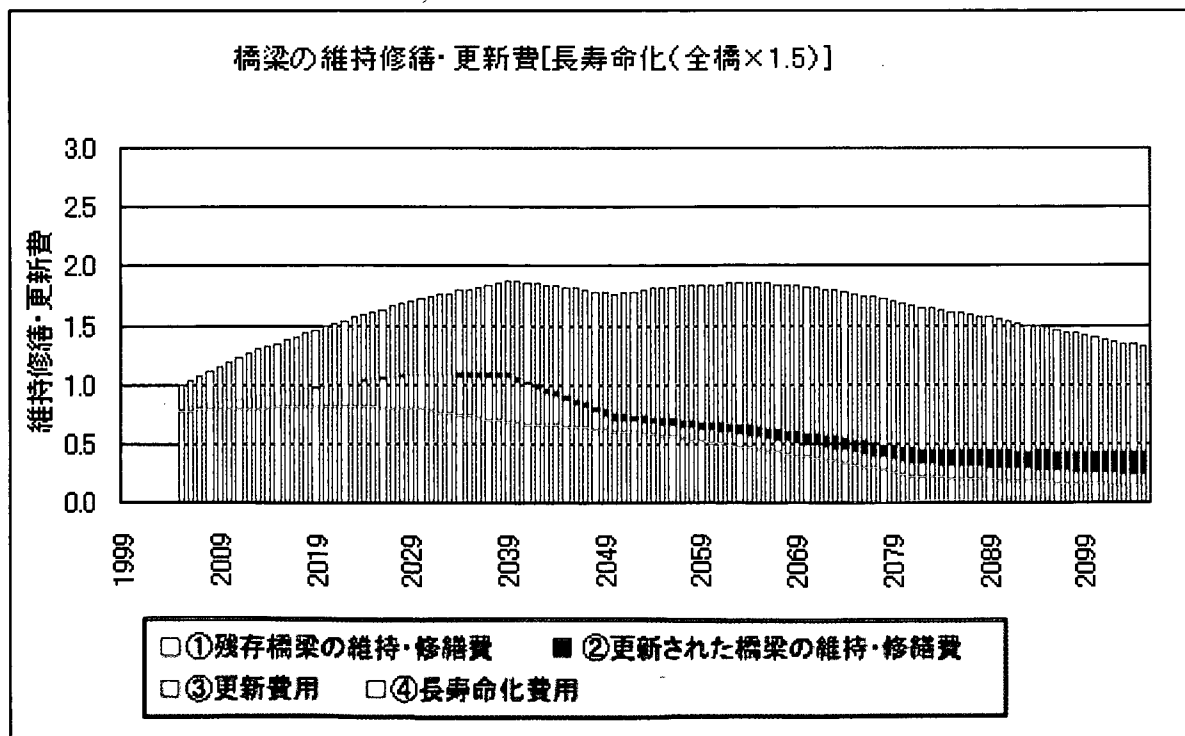
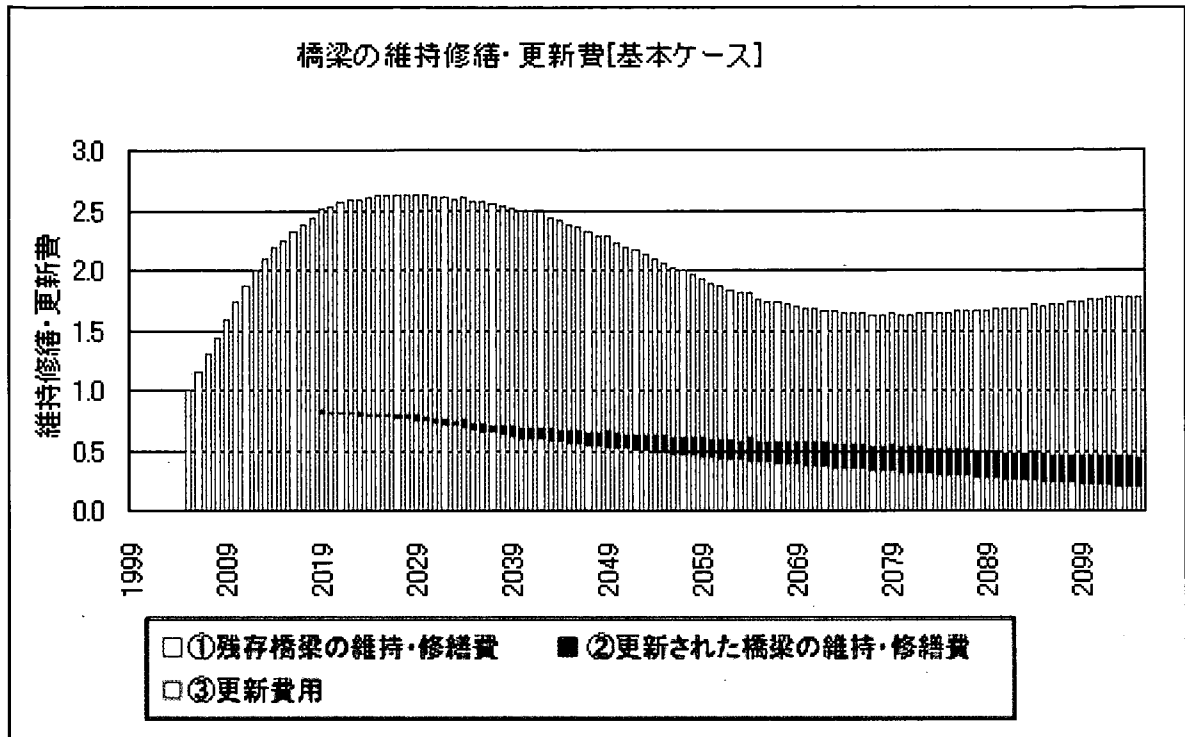


図-4.4.2 直轄桥梁の維持管理費の推移