

第6章 維持管理における将来予測

以下の2点を明らかにするため、維持管理区分ごとに設定した修繕・対策シナリオに沿ったシミュレーションを実施する。

- ① 修繕計画の運用により、得られる効果はどの程度あるか
- ② 修繕計画の運用により、事業費と構造物の健全性はどのような関係になるか

また、以上を明らかにしたうえで、構造物の健全性を維持していくために必要となる事業費を検討する。

6.1 劣化予測の検討及び設定

損傷部材に応じた一般的な耐用年数や点検結果から劣化曲線を設定する。

6.1.1 劣化曲線について

劣化曲線とは、橋梁の点検結果と点検時の経過年数をプロットすることで、その損傷の進行速度を表す回帰曲線のことである。算出された劣化曲線に基づいて、今後の補修時期や補修間隔を決定する。図6.1.1は劣化曲線の概要である。縦軸の「健全度」は、部材毎に設定される損傷ランク(A～E)を示している。横軸の「各ランクの滞留年数」は、経過年数をプロットすることで導かれた滞留年数を示している。劣化曲線は、蓄積された点検結果の近似により算出するため、点検結果が多い方が理想的である。本業務では、各橋梁過去3回分の定期点検(うち1回は「H19基礎データ収集要領」に基づく)の結果をもとに劣化曲線を算出する。

劣化曲線の妥当性を判断することが困難であるため、本業務では算出した劣化曲線と文献等に示される一般的な耐用年数を比較し、適する方を滞留年数として採用する。

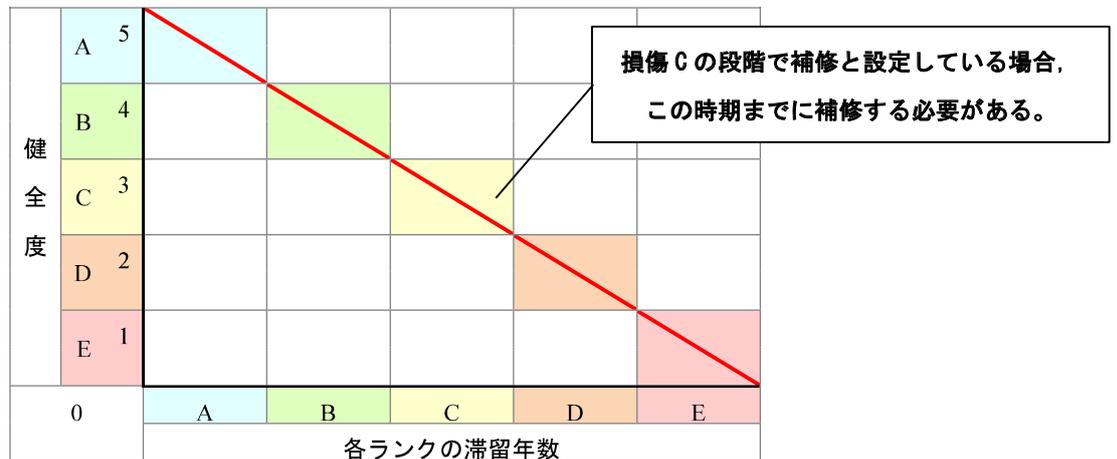


図 6.1.1 劣化曲線の設定

※ 点検結果の回帰分析を行う際の留意事項

- ・経年数(=A-B)は、A=最終点検実施日、B=補修・塗装履歴とする(Bの履歴がないものはB=架設年とする)。
- ・点検結果の異常値(供用年数が80年以上にも関わらず健全度5である、点検後に補修を行い点検結果と経年数の整合性がない、等)は除外する。
- ・「H19基礎データ収集要領」の点検では、鋼部材に限り部材の細分化ができないため、鋼部材の点検結果が反映されない。すなわち、鋼部材に限り2回分の点検結果を用いて劣化曲線を算出する。

6.1.2 劣化曲線の決定

対象部材及び損傷ごとに、一般的な耐用年数と点検結果の回帰分析により算出された劣化曲線を比較し、本計画で使用する劣化曲線を決定する。

今回の計画において採用した滞留年数(劣化曲線)は下表 6.1.1 のとおりである。対象部材及び損傷ごとの詳細な検討結果は次頁以降に示す。また、支承、伸縮装置、舗装は下表の耐用年数のサイクルで定期的な取替えを行うものとする。

表 6.1.1 滞留年数(劣化曲線)の採用値

橋種	部材種別	劣化機構	分類名	滞留年数					設定根拠	
				A	B	C	D	E		
鋼橋	主桁, 横桁, 横構, 鋼床版, 対傾構	防食機能劣化・腐食	長油性フタル酸樹脂塗料	60	16	11	9	7	回帰分析	
			ふっ素樹脂塗料	20	20	20	9	9	一般的な耐用年数	
			耐候性鋼材	50	50	50	25	25	一般的な耐用年数	
	コンクリート床版	中性化		52	13	10	8	6	回帰分析	
コンクリート橋	主桁・横桁	中性化		59	15	11	8	8	回帰分析	
	床版	中性化		73	19	14	10	9	回帰分析	
共通	下部工	RC	中性化		74	20	14	10	10	回帰分析
		鋼	防食機能劣化・腐食	長油性フタル酸樹脂塗料	5	5	5	3	3	一般的な耐用年数
	支承	経年劣化	鋼製支承	6	6	6	6	6	一般的な耐用年数	
			ゴム支承	20	20	20	20	20	一般的な耐用年数	
	伸縮装置	経年劣化	鋼製	6	6	6	6	6	一般的な耐用年数	
			ゴム製	6	6	6	6	6	一般的な耐用年数	
	舗装	経年劣化	アスファルト系	3	3	3	3	3	一般的な耐用年数	
			コンクリート系	4	4	4	4	4	一般的な耐用年数	

鋼橋—主桁 劣化機構：防食機能劣化・腐食

I) 一般的な耐用年数等を考慮した劣化曲線

橋種	部材	劣化機構	分類	防食機能耐用年数 (A-C) 腐食速度				
			塗装名	A	B	C	D	E
鋼橋	主桁	防食機能劣化・腐食	長油性フタル酸樹脂塗料	5	5	5	3	3
			ふっ素樹脂塗料	20	20	20	9	9
			耐候性鋼材	50	50	50	25	25

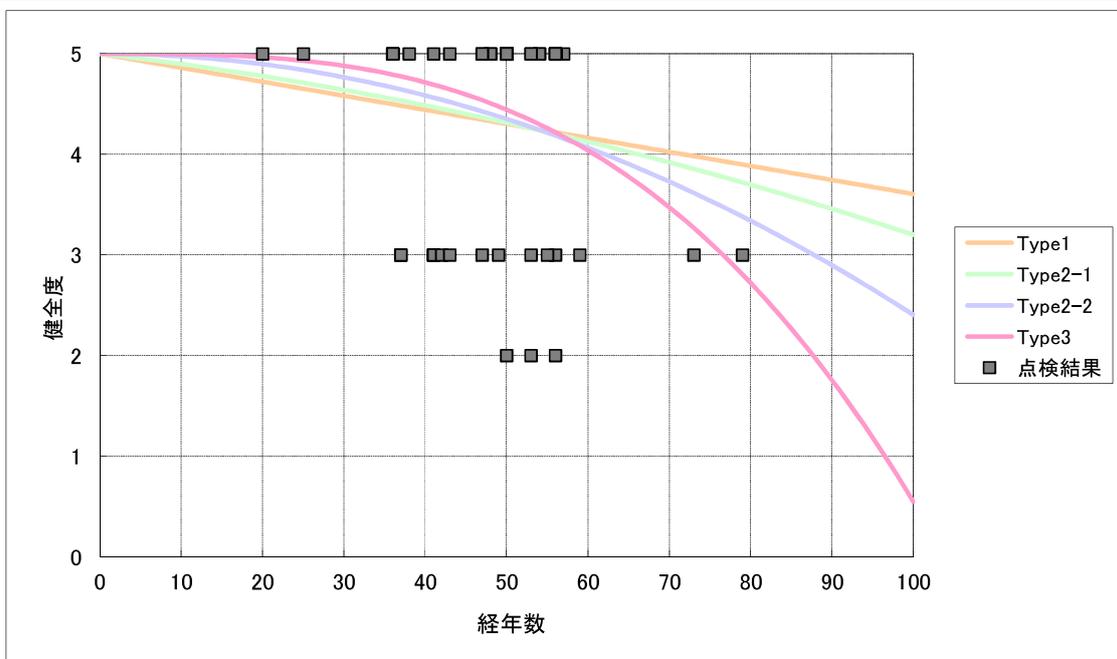
参考：A～C：「鋼橋のライフサイクルコスト 2020(改)」(橋建協) 防食機能耐用年数,

D, E：「道路橋の計画的な管理に関する研究調査」(国土技術政策研究所)

推定耐久年数(防食維持, 一般環境)... 長油性フタル酸樹脂塗料 15年, ふっ素樹脂塗料 60年, 耐候性鋼材 200年

II) 点検結果の回帰分析による劣化曲線 . . . **【採用】**

回帰分析結果	部材分類	鋼橋—主桁
	グループ	[長油性フタル酸樹脂塗料]



回帰式	係数		決定係数 R2	滞留年数					選択
	a	b		A	B	C	D	E	
Type1 (y=at+5)	-0.013941	-	0.0170063	71	72	72	71	72	
Type2-1 (y=at+bt+5)	-0.000085	-0.009446	0.0274476	66	41	33	28	24	
Type2-2 (y=at+5)	-0.000259	-	0.0557700	62	25	20	17	14	
Type3 (y=at+5)	-0.000004	-	0.1063930	60	16	11	9	7	○

III) 考察

- ・ふっ素樹脂塗料及び耐候性鋼材の橋梁は数が極端に少なく, すべての健全度が5であることから, 回帰分析による劣化曲線が作成できない。よって, I)一般的な耐用年数を考慮した劣化曲線を採用する。
- ・長油性フタル酸樹脂塗料については, 過年度でも滞留年数が長くなる傾向がみられ, 今回の回析でも同様の傾向がみられた。点検結果の蓄積も進んでいることから, 回帰分析の結果が妥当であると判断し, II)点検結果の回帰分析による劣化曲線を採用する。
- ・横桁, 対傾構, 横構においても, 同様の傾向であるため, 上記の値を用いる。
- ・鋼床版においてはサンプル数が少なく, 劣化曲線を作成できないため, 上記の値を用いる。

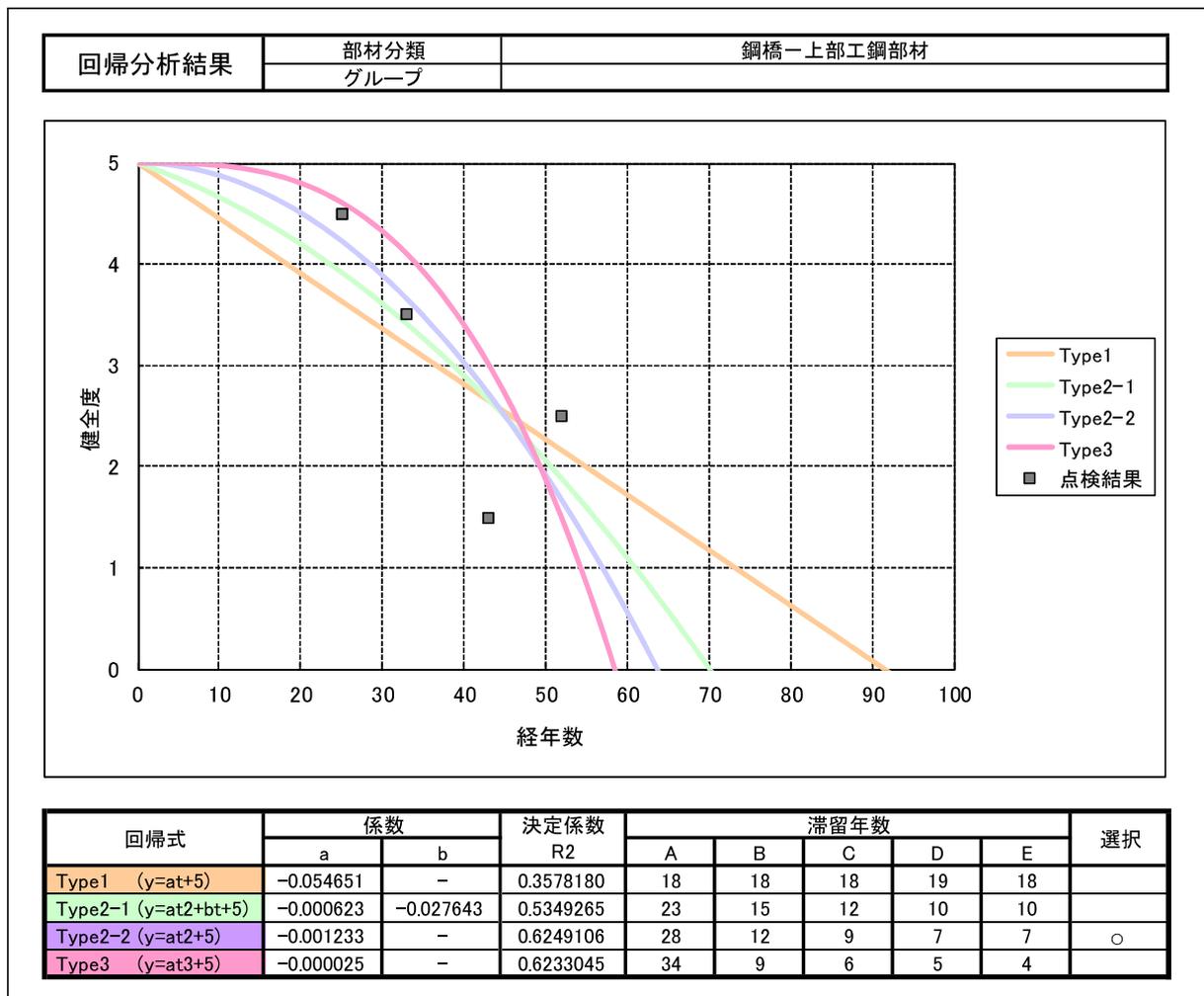
【参考】 前回長寿命化計画における劣化曲線【鋼橋：鋼部材 - 防食機能の劣化・腐食】

ふっ素樹脂塗装及び耐候性鋼材については、前回も該当する橋梁数が極端に少ないことから、一般的な耐用年数を考慮した劣化曲線が採用された。

長油性フタル酸樹脂塗料については、一般的な耐用年数と回帰分析の結果を比較したとき、特に滞留年数 A に大きな差があるとし、安全側である一般的な耐用年数を考慮した劣化曲線を採用した。

橋種	部材	劣化機構	分類	滞留年数				
			塗装名	A	B	C	D	E
鋼橋	主桁	防食機能劣化 腐食	長油性フタル酸樹脂塗料	5	5	5	3	3
			ふっ素樹脂塗料	20	20	20	9	9
			耐候性鋼材	50	50	50	25	25

参考：鋼橋のライフサイクルコスト（橋建協）



鋼橋-コンクリート床版

劣化機構：中性化

I) 一般的な耐用年数等を考慮した劣化曲線

橋種	部材	劣化機構	分類	滞留年数				
			示方書種別	A	B	C	D	E
鋼橋	コンクリート床版	中性化	大正15年~昭和55年	63	3	17	4	6
			平成2年以降	100	3	17	4	6

参考：国総研資料「道路橋の計画的管理に関する調査研究」，コンクリート標準示方書[維持管理編]，コンクリート標準示方書[維持管理編]に基づくコンクリート構造物の維持管理事例集，等より

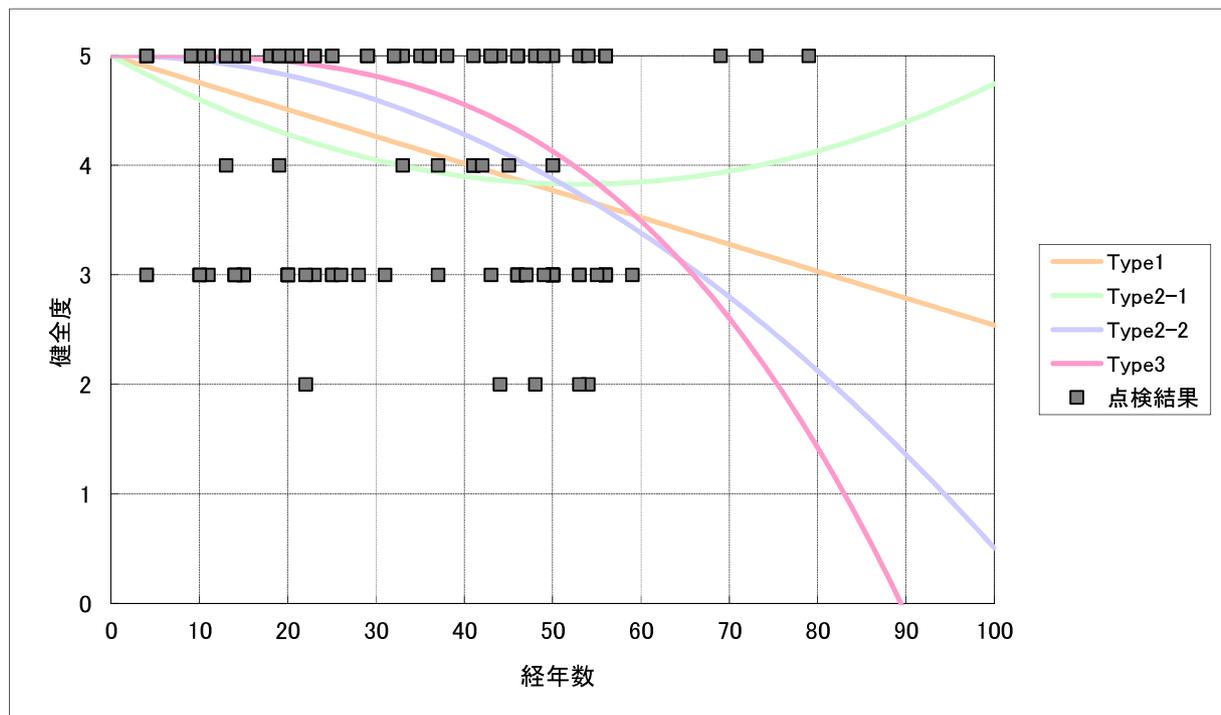
A(潜伏期)... \sqrt{t} 則(中性化残り 10mm)

B(進展期)... 鋼材腐食速度(腐食発生からひびわれ発生まで) 5年以内という報告があるため，3年と仮定，

C・D・E(加速期・劣化期)... 鋼材腐食速度の算出式(それぞれ鋼材体積減少率 0.025・0.050・0.200 を超えるまでの期間)

II) 点検結果の回帰分析による劣化曲線 【採用】

回帰分析結果	部材分類	鋼橋-コン床版-[中性化]
	グループ	[上記以外]



回帰式	係数		決定係数 R2	滞留年数					選択
	a	b		A	B	C	D	E	
Type1 ($y=at+5$)	-0.024603	-	0.1745952	40	41	40	41	41	
Type2-1 ($y=at^2+bt+5$)	0.000417	-0.044224	0.1129471	32	32	32	32	32	
Type2-2 ($v=at^2+5$)	-0.000450	-	0.2495272	47	19	15	13	11	
Type3 ($v=at^3+5$)	-0.000007	-	0.2706705	52	13	10	8	6	○

III) 考察

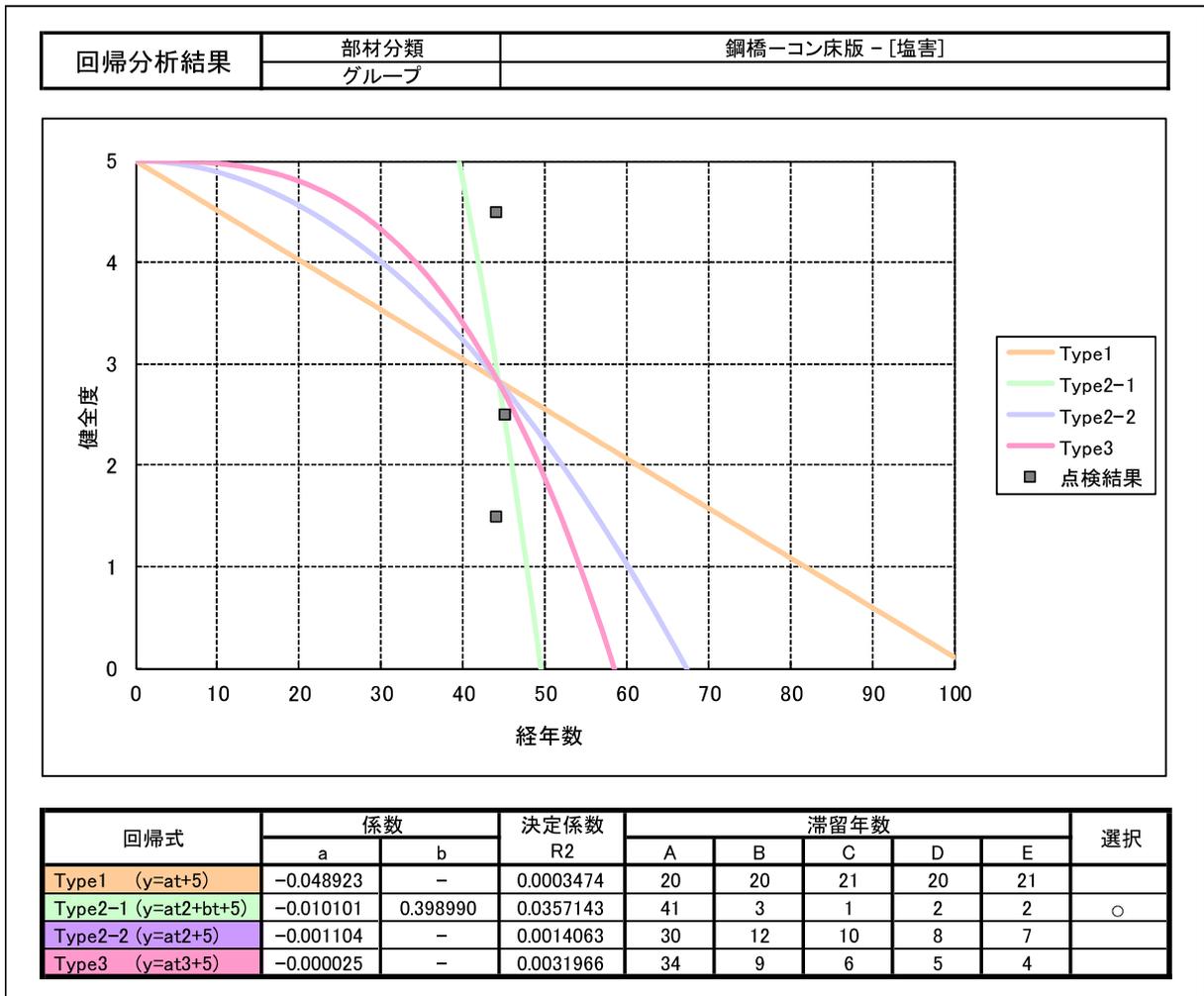
・ I)とII)を比較すると，II)の方が滞留年数が短い傾向にあるため，II)の方が安全側である。また，鋼橋-コンクリート床版の点検結果の蓄積が進んでいることから，回帰分析の結果は妥当であると判断し，II)点検結果の回帰分析による劣化曲線を採用する。

【参考】前々回長寿命化計画における劣化曲線【鋼橋：コンクリート床版 - 塩害】

一回目の長寿命化修繕計画における劣化曲線算出の際には、殺生石付近の地域では硫化水素等の影響から損傷の進行速度が速い傾向が見られたため、対象地域の橋梁は塩害による劣化曲線を算出している。しかし、橋梁数が少ないことから一般的な耐用年数を使用している。橋梁数を増やした本計画では、「3.2.2 点検結果及び判定区分(3)健全性Ⅲ判定の橋梁」で述べたように、点検結果から損傷の進行具合に地域性はみられなかったため、塩害における劣化曲線は省略した。

一般的滞留年数								
橋種	部材	劣化機構	分類	滞留年数				
				A	B	C	D	E
鋼橋	コンクリート床版	塩害		10	24	2	6	8

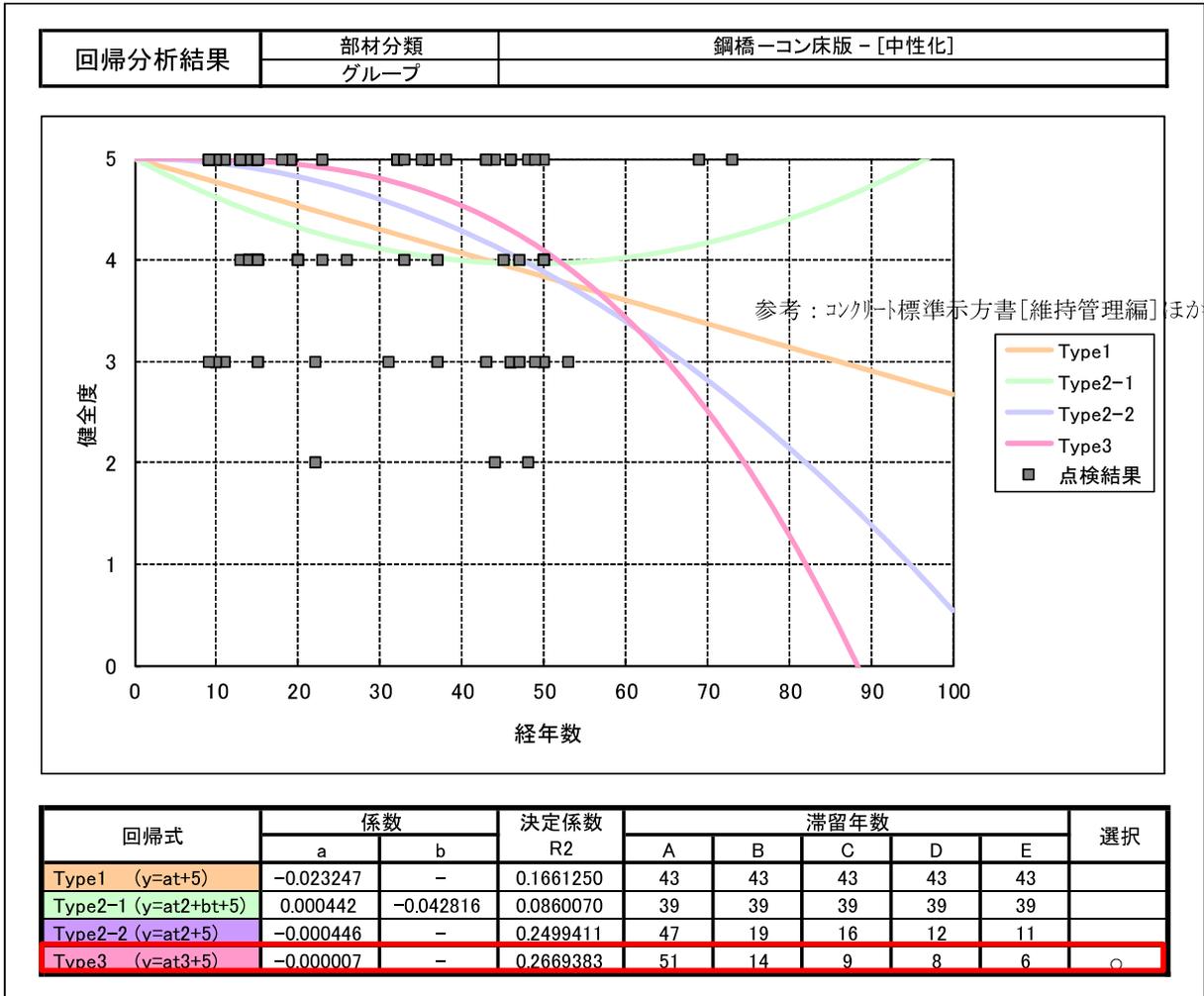
参考：コンクリート標準示方書[維持管理編]ほか



【参考】前回長寿命化計画における劣化曲線【鋼橋：コンクリート床版 - 中性化】

前回の劣化曲線算出では、今回と同様に回帰分析による劣化曲線の方が、滞留年数の短い傾向となった。安全側を考慮するとして、点検結果の回帰分析による劣化曲線を採用した。

橋種	部材	劣化機構	分類	滞留年数				
			示方書別	A	B	C	D	E
鋼橋	コンクリート床版	中性化	大正15年～昭和55年	63	3	17	4	6
			平成2年～平成14年	100	3	17	4	6



コンクリート橋-主桁 劣化機構：中性化

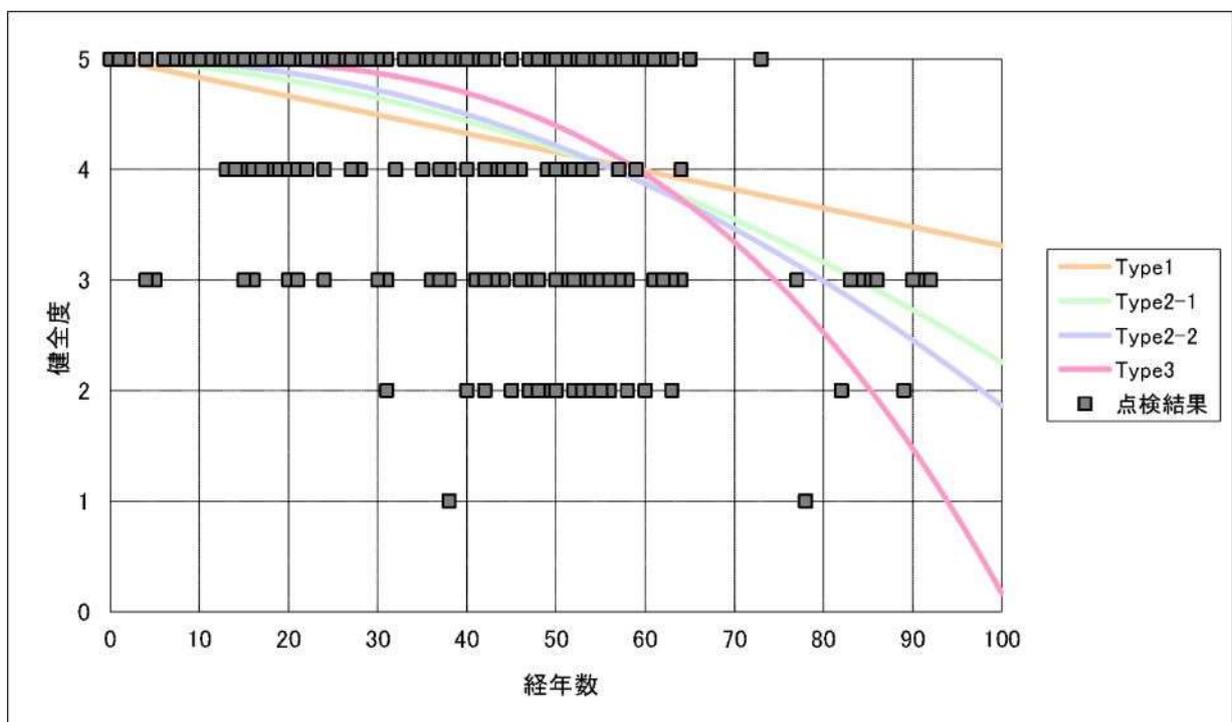
I) 一般的な耐用年数等を考慮した劣化曲線

橋種	部材	劣化機構	分類	滞留年数				
			示方書種別	A	B	C	D	E
コンクリート橋	主桁	中性化	大正 15 年～昭和 55 年	97	3	17	4	6
			平成 2 年以降	97	3	17	4	6

参考：国総研資料「道路橋の計画的管理に関する調査研究」、コンクリート標準示方書[維持管理編]，コンクリート標準示方書[維持管理編]に基づくコンクリート構造物の維持管理事例集，等より
鋼橋コンクリート床版と同様

II) 点検結果の回帰分析による劣化曲線 . . . 【採用】

回帰分析結果	部材分類	コン橋-主桁-[中性化]
	グループ	[上記以外]



回帰式	係数		決定係数 R2	滞留年数					選択
	a	b		A	B	C	D	E	
Type1 (y=at+5)	-0.016897	-	0.1093739	59	59	59	59	59	
Type2-1 (y=at2+bt+5)	-0.000223	-0.005136	0.1785746	56	27	21	18	16	
Type2-2 (y=at2+5)	-0.000314	-	0.2069320	56	23	18	15	14	
Type3 (y=at3+5)	-0.000005	-	0.2560820	59	15	11	8	8	○

III) 考察

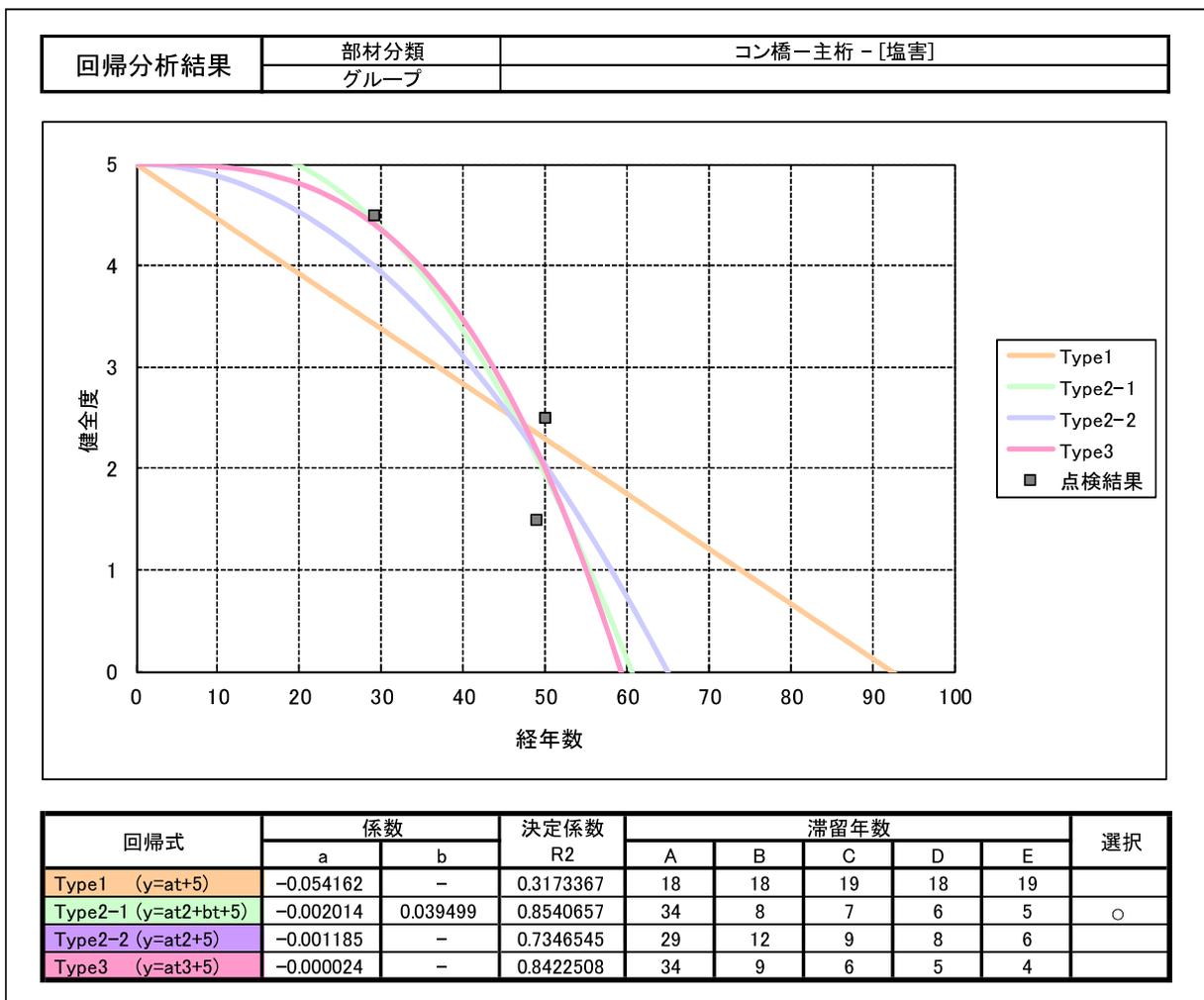
- ・ I)とII)を比較すると，II)の方が滞留年数が短い傾向にあるため，II)の方が安全側である。また，コンクリート橋-主桁点検結果の蓄積が進んでいることから，回帰分析の結果は妥当であると判断し，II)点検結果の回帰分析による劣化曲線を採用する。
- ・ コンクリート橋-横桁においても，同様の傾向であるため，上記の値を用いる。

【参考】前々回長寿命化計画における劣化曲線【コンクリート橋：主桁 - 塩害】

一回目の長寿命化修繕計画における劣化曲線算出の際には、殺生石付近の地域の橋梁は塩害による劣化曲線を算出している。しかし、橋梁数が少ないことから一般的な耐用年数を使用している。本計画では、塩害における劣化曲線は省略した。（【鋼橋：コンクリート床版】と同様。）

一般的滞留年数								
橋種	部材	劣化機構	分類	滞留年数				
				A	B	C	D	E
コンクリート橋	主桁	塩害		4	24	2	6	8

参考：コンクリート標準示方書[維持管理編]ほか

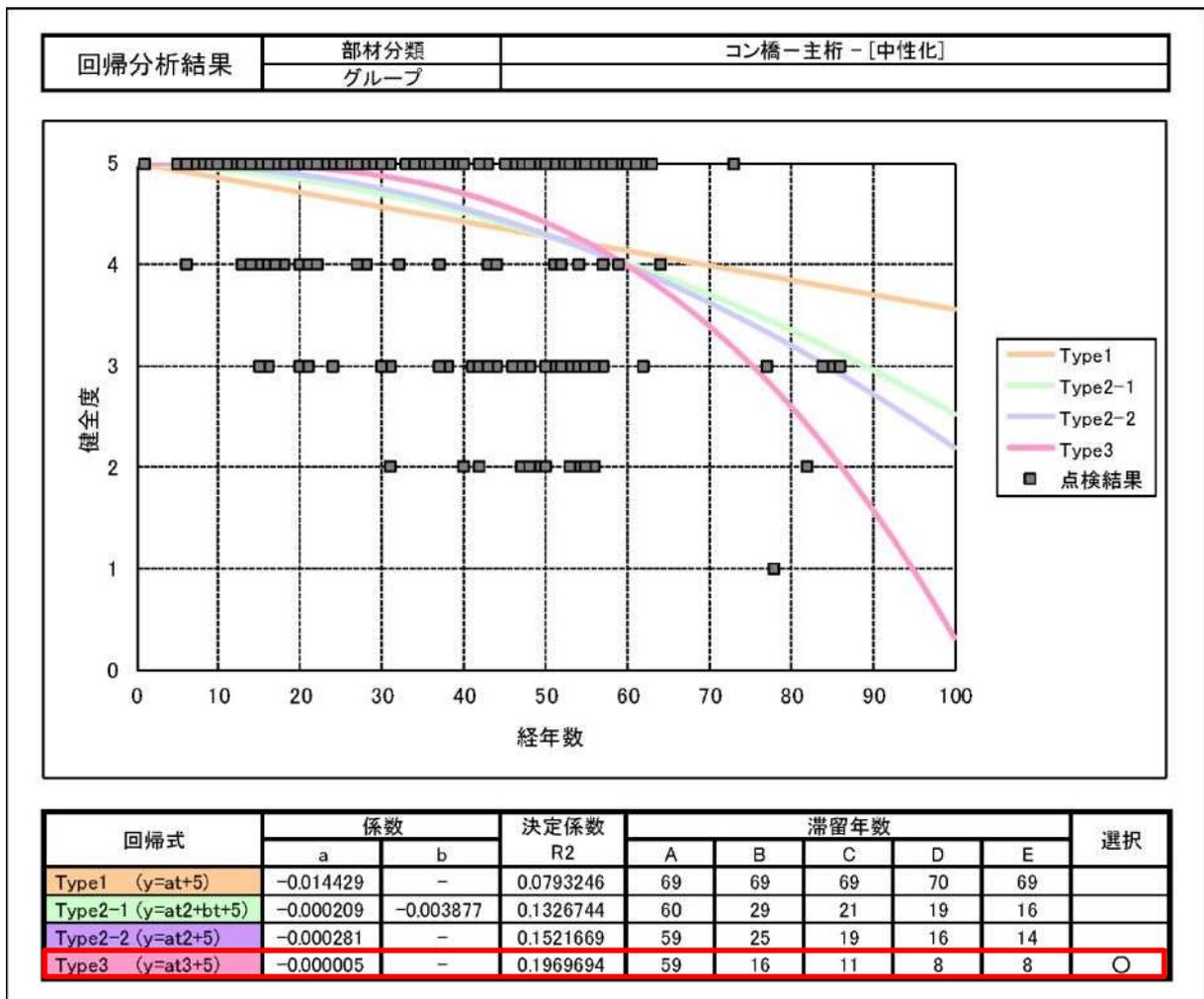


【参考】前回長寿命化計画における劣化曲線【コンクリート橋：主桁 - 中性化】

前回の劣化曲線算出では、今回と同様に回帰分析による劣化曲線の方が、滞留年数の短い傾向となった。安全側を考慮するとして、点検結果の回帰分析による劣化曲線を採用した。

橋種	部材	劣化機構	分類	滞留年数				
				A	B	C	D	E
コンクリート橋	主桁	中性化		100	3	17	4	6

参考：コンクリート標準示方書[維持管理編]ほか



コンクリート橋-床版 劣化機構：中性化

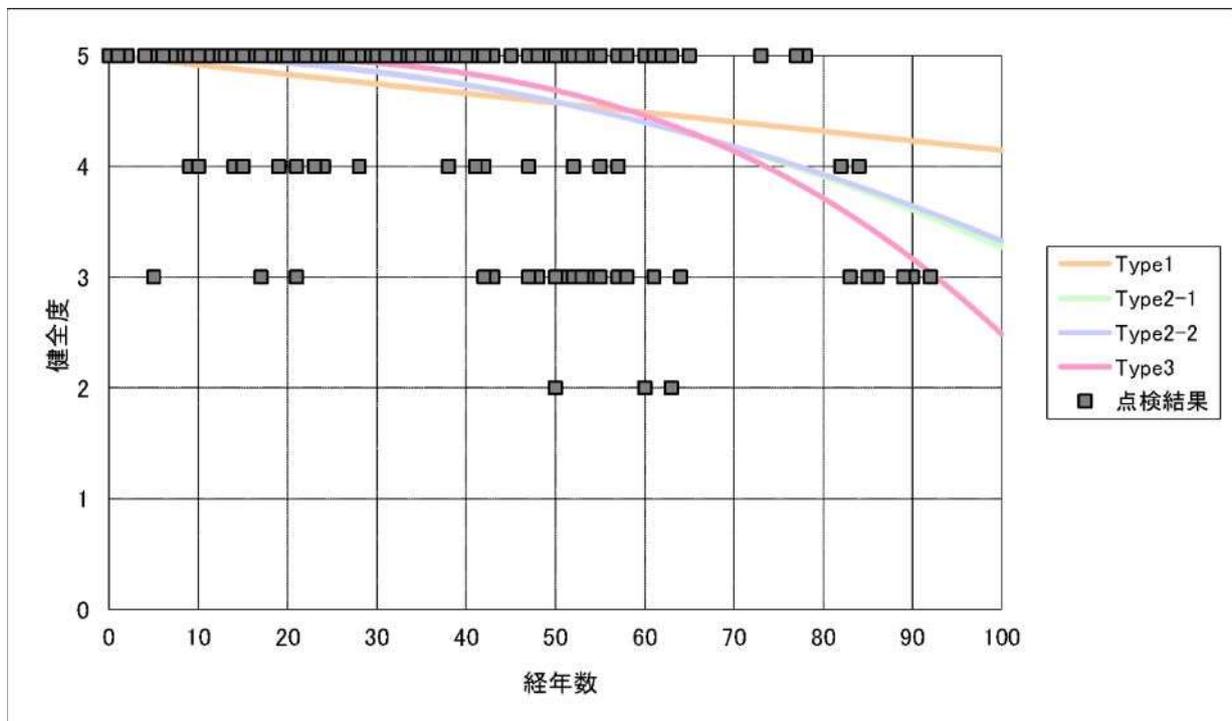
I) 一般的な耐用年数等を考慮した劣化曲線

橋種	部材	劣化機構	分類	滞留年数				
			示方書種別	A	B	C	D	E
コンクリート橋	コンクリート床版	中性化	大正 15 年～昭和 55 年	63	3	17	4	6
			平成 2 年以降	100	3	17	4	6

参考：国総研資料「道路橋の計画的管理に関する調査研究」、コンクリート標準示方書[維持管理編]，コンクリート標準示方書 [維持管理編]に基づくコンクリート構造物の維持管理事例集，等より
鋼橋コンクリート床版と同様

II) 点検結果の回帰分析による劣化曲線 . . . 【採用】

回帰分析結果	部材分類	コン橋-床版-[中性化]
	グループ	[上記以外]



回帰式	係数		決定係数 R2	滞留年数					選択
	a	b		A	B	C	D	E	
Type1 (y=at+5)	-0.008551	-	0.0739380	100	100	100	100	100	
Type2-1 (y=at+bt+5)	-0.000180	0.000747	0.1658926	76	31	24	19	18	
Type2-2 (y=at+5)	-0.000168	-	0.1594242	77	32	24	21	18	
Type3 (y=at+5)	-0.000003	-	0.2044445	73	19	14	10	9	○

III) 考察

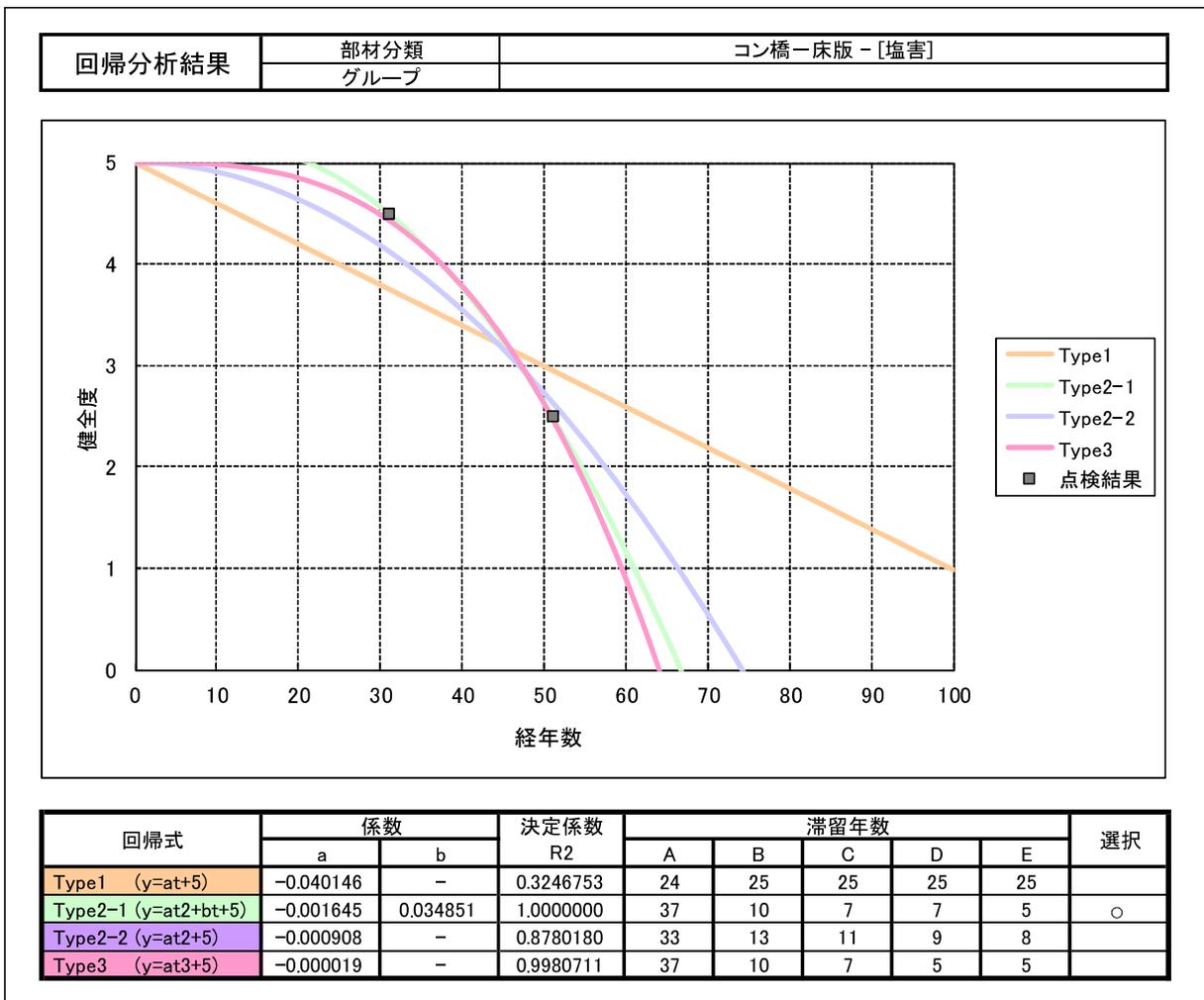
・ I)とII)を比較すると，II)の方が滞留年数が短い傾向にある。一方で，過年度の回帰分析によって算出された劣化曲線とII)を比較すると，耐用年数が長くなる傾向がみられた。コンクリート橋-床版の点検結果の蓄積が進んでいることから，回帰分析の結果は妥当であると判断し，II)点検結果の回帰分析による劣化曲線を採用する。

【参考】前々回長寿命化計画における劣化曲線【コンクリート橋：床版 - 塩害】

一回目の長寿命化修繕計画における劣化曲線算出の際には、殺生石付近の地域の橋梁は塩害による劣化曲線を算出している。しかし、橋梁数が少ないことから一般的な耐用年数を使用している。本計画では、塩害における劣化曲線は省略した。（【鋼橋：コンクリート床版】と同様。）

一般的滞留年数								
橋種	部材	劣化機構	分類	滞留年数				
				A	B	C	D	E
コンクリート橋	主桁	塩害		4	24	2	6	8

参考：コンクリート標準示方書[維持管理編]ほか

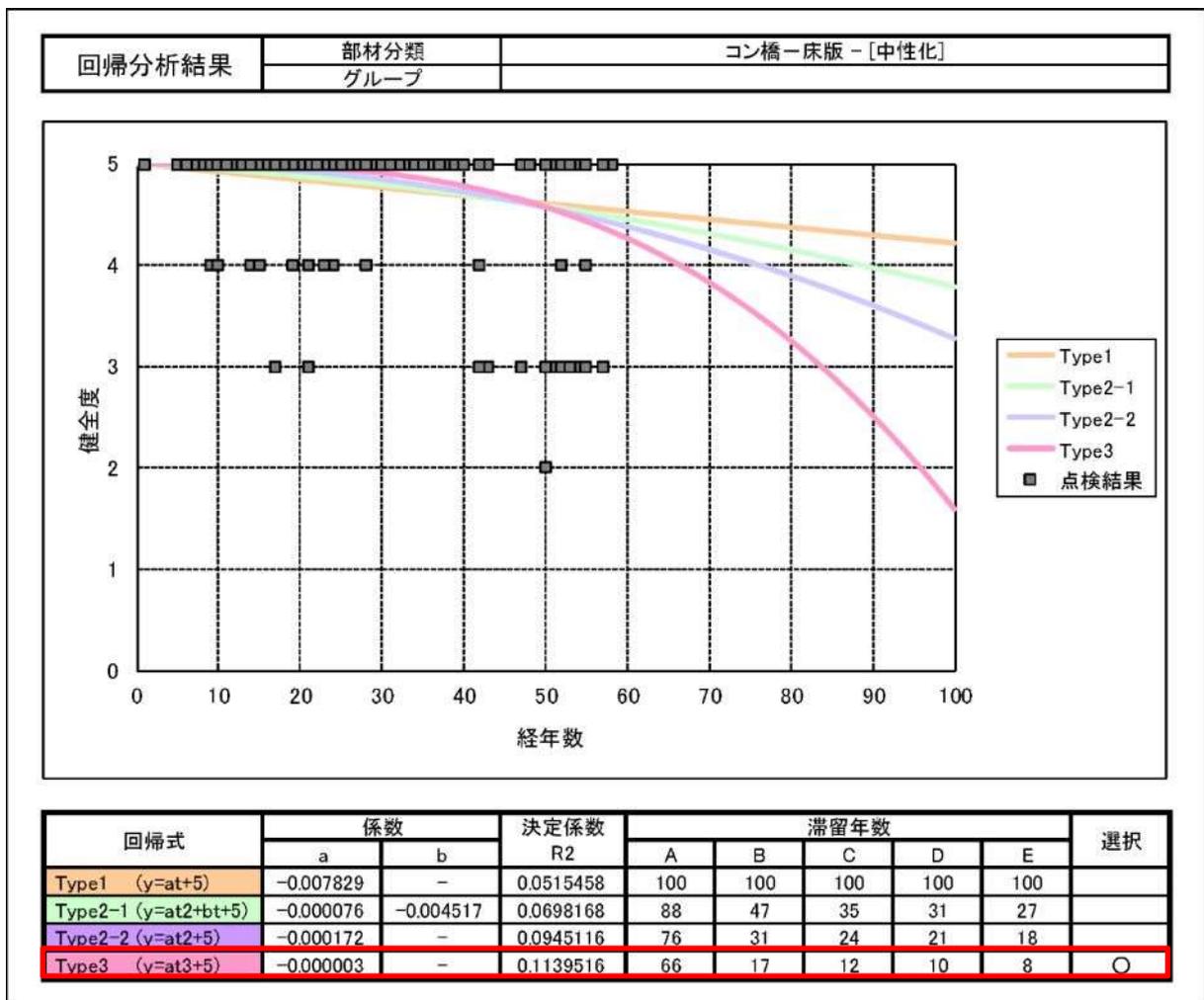


【参考】 前回長寿命化計画における劣化曲線【コンクリート橋：床版 - 中性化】

前回の劣化曲線算出では、今回と同様に回帰分析による劣化曲線の方が、滞留年数の短い傾向となった。安全側を考慮するとして、点検結果の回帰分析による劣化曲線を採用した。

橋種	部材	劣化機構	分類	滞留年数				
			示方書別	A	B	C	D	E
コンクリート橋	コンクリート床版	中性化	大正15年～昭和55年	63	3	17	4	6
			平成2年～平成14年	100	3	17	4	6

参考：コンクリート標準示方書[維持管理編]ほか



共通一下部工 (RC) 劣化機構：中性化

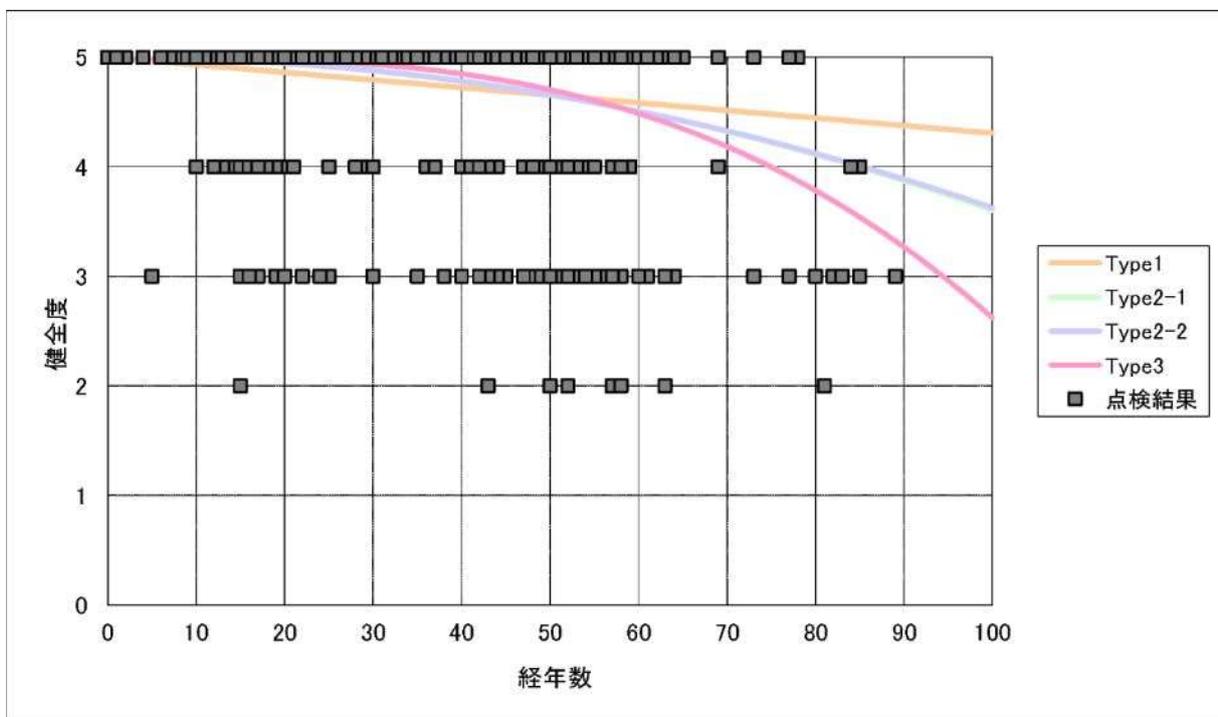
I) 一般的な耐用年数等を考慮した劣化曲線

橋種	部材	劣化機構	分類	滞留年数				
			示方書種別	A	B	C	D	E
共通	下部工(RC)	中性化	大正 15 年～昭和 55 年	100	3	17	4	6
			平成 2 年以降	100	3	17	4	6

参考：国総研資料「道路橋の計画的管理に関する調査研究」, コンクリート標準示方書[維持管理編], コンクリート標準示方書[維持管理編]に基づくコンクリート構造物の維持管理事例集, 等より
鋼橋コンクリート床版と同様

II) 点検結果の回帰分析による劣化曲線 . . . 【採用】

回帰分析結果	部材分類	共通一下部工(RC) - [中性化]
	グループ	[上記以外]



回帰式	係数		決定係数 R2	滞留年数					選択
	a	b		A	B	C	D	E	
Type1 (y=at+5)	-0.006945	-	0.0429032	100	100	100	100	100	
Type2-1 (y=at+bt+5)	-0.000143	0.000294	0.0892797	84	35	26	23	20	
Type2-2 (y=at+5)	-0.000137	-	0.0873607	85	35	27	23	20	
Type3 (y=at+5)	-0.000002	-	0.1196460	74	20	14	10	10	○

III) 考察

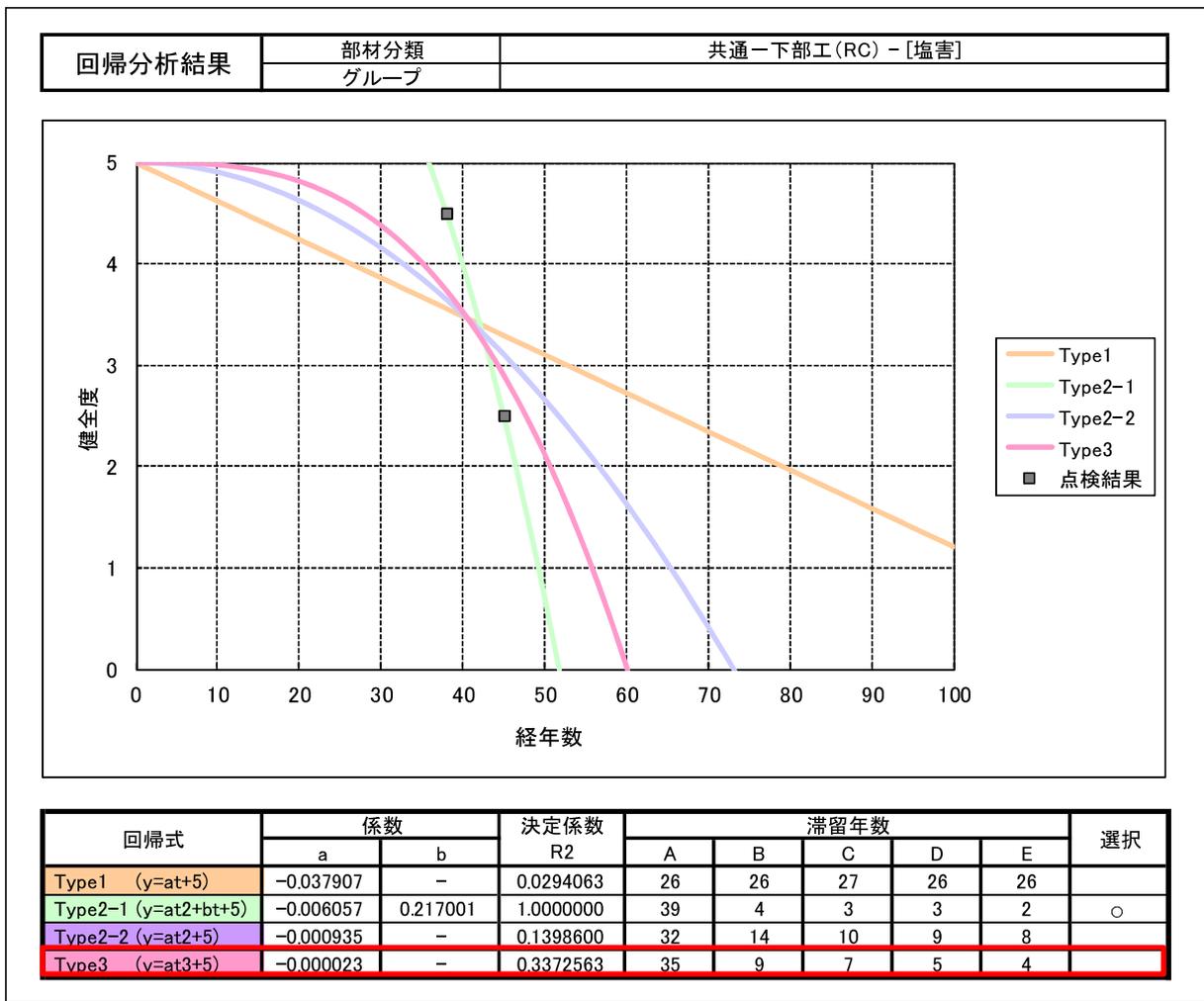
・ I)とII)を比較すると, II)の方が滞留年数が短い傾向にあるため, II)の方が安全側である。また, 下部工 (RC) 点検結果の蓄積が進んでいることから, 回帰分析の結果は妥当であると判断し, II) 点検結果の回帰分析による劣化曲線を採用する。

【参考】前々回長寿命化計画における劣化曲線【共通：RC下部工 - 塩害】

一回目の長寿命化修繕計画における劣化曲線算出の際には、殺生石付近の地域の橋梁は塩害による劣化曲線を算出している。橋梁数は少ないが、一般的な耐用年数とおおむね同じ劣化性状を示しているため、点検結果による劣化曲線で算出された滞留年数を使用している。本計画では、塩害における劣化曲線は省略した。([鋼橋：コンクリート床版]と同様。)

橋種	部材	劣化機構	分類		滞留年数				
					A	B	C	D	E
共通	下部工	塩害			4	24	2	6	8

参考：コンクリート標準示方書[維持管理編]ほか

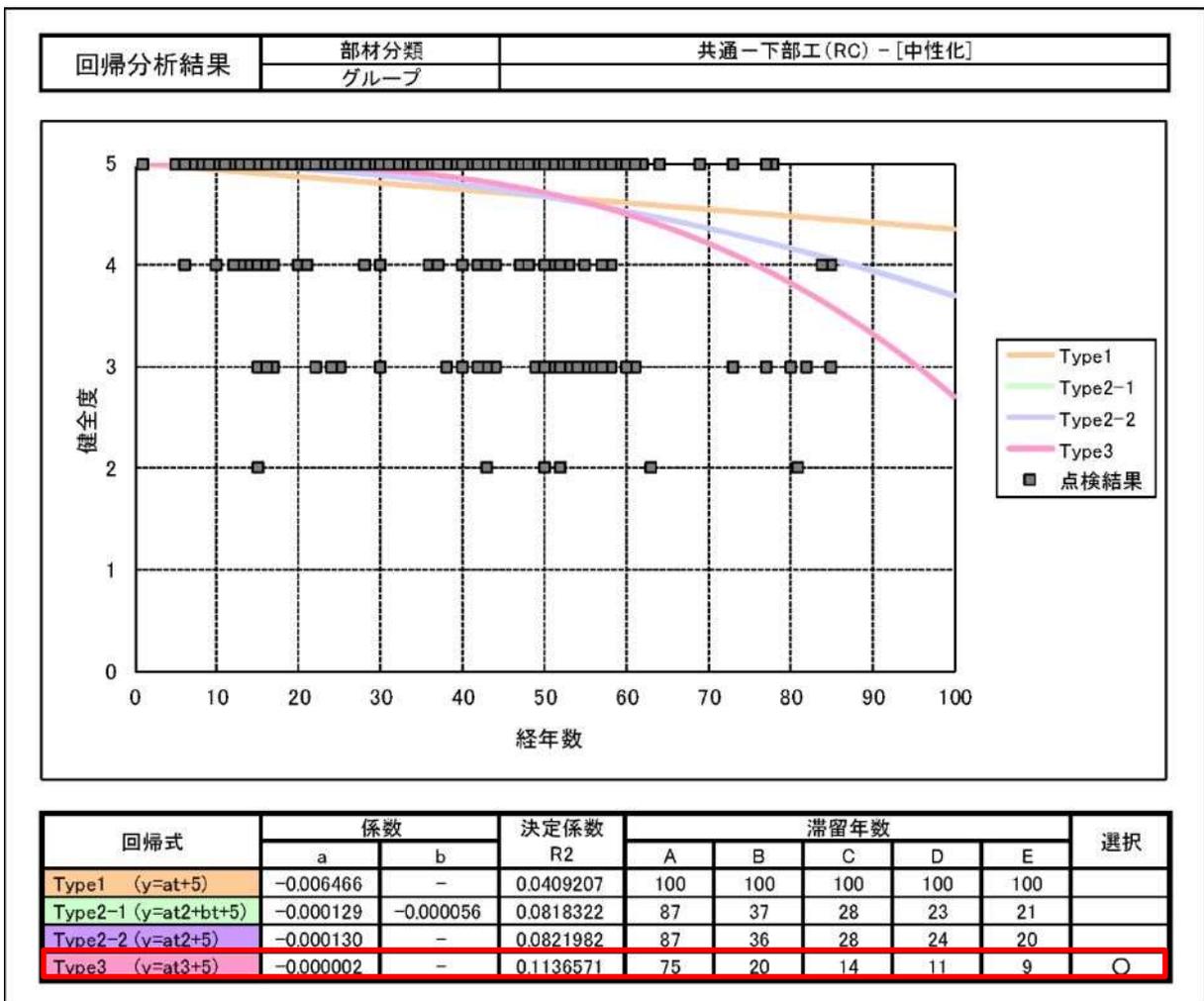


【参考】前回長寿命化計画における劣化曲線【共通：RC下部工 - 中性化】

前回の劣化曲線算出では、今回と同様に回帰分析による劣化曲線の方が、滞留年数の短い傾向となった。安全側を考慮するとして、点検結果の回帰分析による劣化曲線を採用した。

橋種	部材	劣化機構	分類	滞留年数				
				A	B	C	D	E
共通	下部工(RC)	中性化		100	3	17	4	6

参考：コンクリート標準示方書[維持管理編]ほか



共通一下部工（鋼） 劣化機構：防食機能劣化・腐食

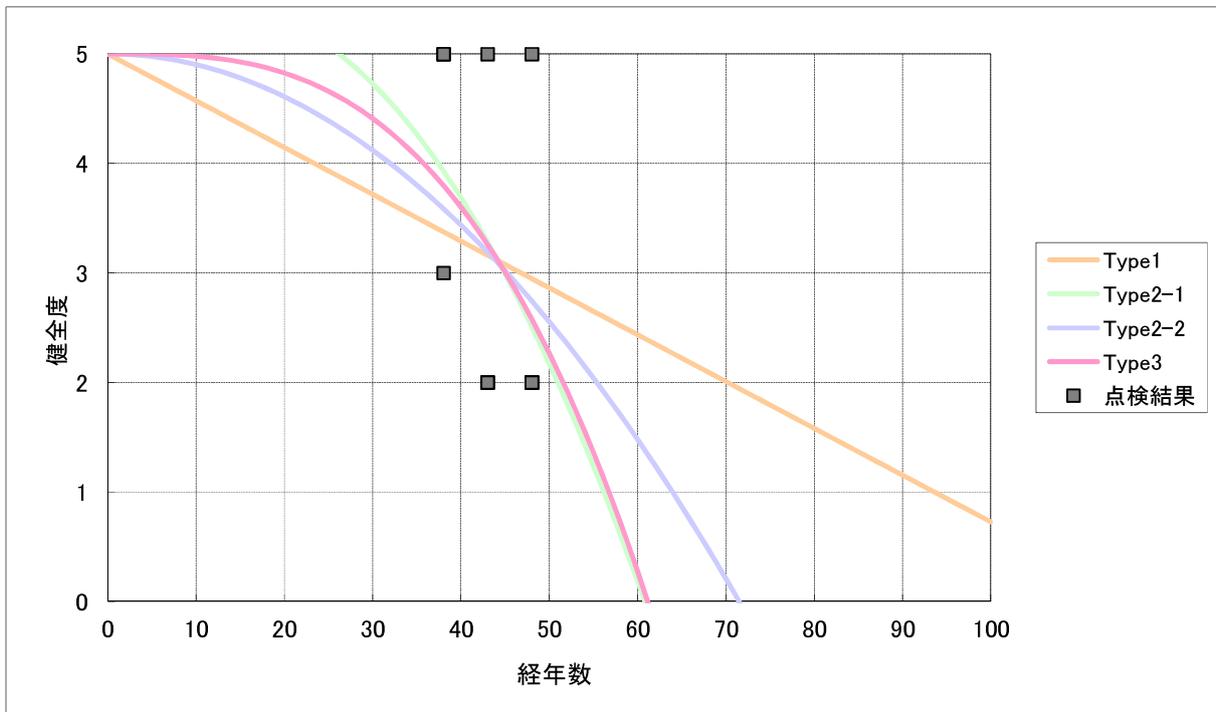
I) 一般的な耐用年数等を考慮した劣化曲線 . . . **【採用】**

橋種	部材	劣化機構	分類	滞留年数				
			塗装名	A	B	C	D	E
共通	下部工(鋼)	防食機能劣	長油性フタル酸樹脂塗料	5	5	5	3	3

参考：「鋼橋のライフサイクルコスト 2009」（橋建協）より
鋼橋主桁と同様

II) 点検結果の回帰分析による劣化曲線

回帰分析結果	部材分類	共通一下部工（鋼）
	グループ	[長油性フタル酸樹脂塗料]



回帰式	係数		決定係数 R2	滞留年数					選択
	a	b		A	B	C	D	E	
Type1 (y=at+5)	-0.042733	-	0.0165263	23	23	24	23	24	
Type2-1 (y=at2+bt+5)	-0.002374	0.062114	0.1637104	37	7	6	6	4	○
Type2-2 (y=at2+5)	-0.000978	-	0.0630580	31	14	10	8	8	
Type3 (y=at3+5)	-0.000022	-	0.1257240	35	10	6	5	5	

III) 考察

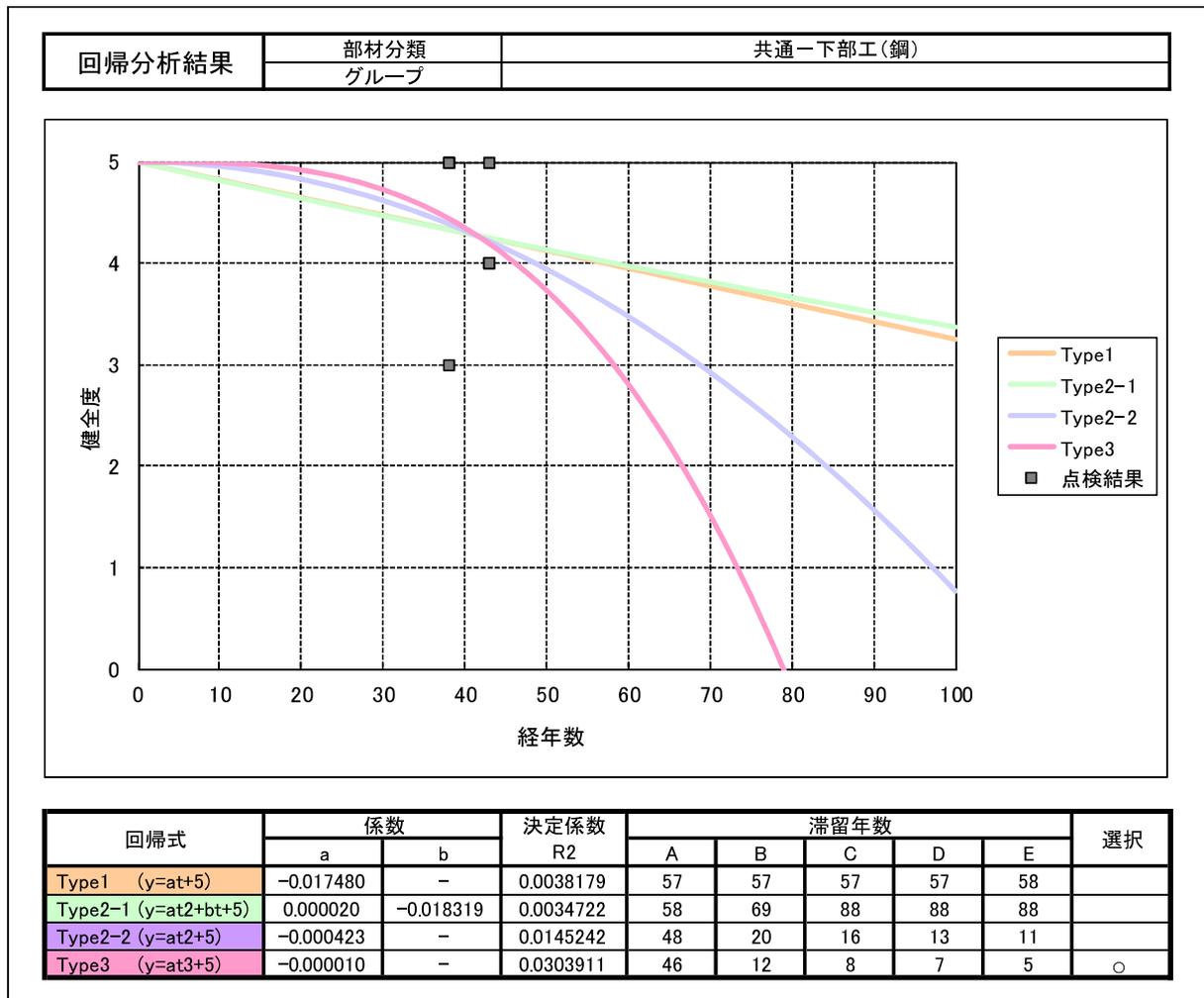
・ 前回の回帰分析による劣化曲線と比較すると、滞留年数は長くなった。一方で、下部工（鋼）のサンプル数が少ないことから、点検結果による劣化曲線は妥当性に欠ける。以上のことから、I)一般的な耐用年数を考慮した劣化曲線を採用する。

【参考】 前回長寿命化計画における劣化曲線【共通：鋼下部工 - 防食機能の劣化・腐食】

前回の劣化曲線算出の際にも、橋梁数は少なく、それぞれの滞留年数の差も大きいことから、一般的な耐用年数を考慮した劣化曲線を採用した。

橋種	部材	劣化機構	分類	滞留年数				
			塗装名	A	B	C	D	E
共通	下部工(鋼)	防食機能劣化 腐食	長油性フタル酸樹脂塗料	5	5	5	3	3
			ふっ素樹脂塗料	20	20	20	10	10

参考：鋼橋のライフサイクルコスト（橋建協）



共通一支承 劣化機構：経年劣化

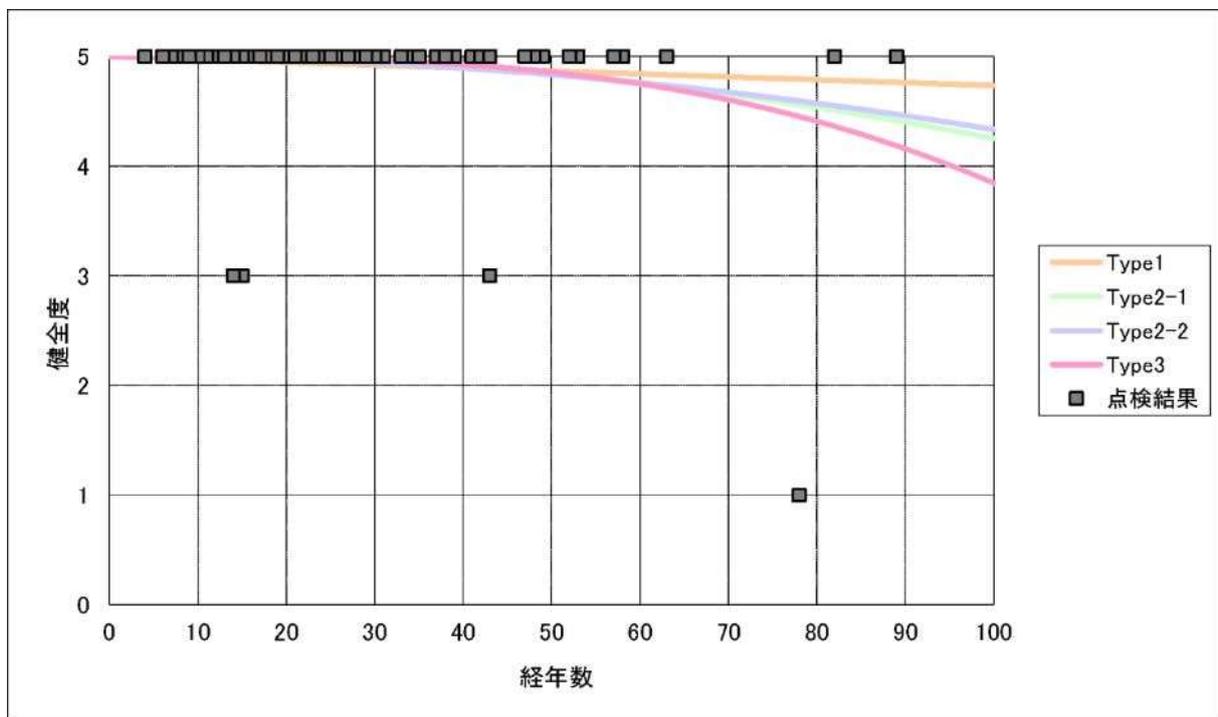
I) 一般的な耐用年数等を考慮した劣化曲線 . . . 【採用】

橋種	部材	劣化機構	分類		滞留年数				
			支承形式	耐用年数	A	B	C	D	E
共通	支承	経年劣化	鋼製	30年	6	6	6	6	6
			ゴム製	100年	20	20	20	20	20

参考：「鋼橋のライフサイクルコスト 2009」（橋建協），
「国総研資料「道路橋の計画的管理に関する調査研究」

II) 点検結果の回帰分析による劣化曲線

回帰分析結果	部材分類 グループ	共通一支承 [ゴム支承]
--------	--------------	-----------------



回帰式	係数		決定係数 R2	滞留年数					選択
	a	b		A	B	C	D	E	
Type1 (y=at+5)	-0.002663	-	0.0103553	100	100	100	100	100	
Type2-1 (y=at2+bt+5)	-0.000084	0.000882	0.0415679	100	45	35	29	26	
Type2-2 (y=at2+5)	-0.000067	-	0.0346343	100	51	38	33	29	
Type3 (y=at3+5)	-0.000001	-	0.0548784	95	25	17	14	11	○

III) 考察

- ・ I) と II) を比較すると、1) 一般的な耐用年数を考慮した劣化曲線の方が滞留年数の短い傾向になる。ゴム支承に着目すると、一般的な耐用年数が 100 年であることに対して、回帰分析による劣化曲線では A で 95 年となっている。以上と安全性を考慮し、I) 一般的な耐用年数を考慮した劣化曲線を採用する。
- ・ 支承の形式にかかわらず、耐用年数のサイクルで定期的な取替えを行う。

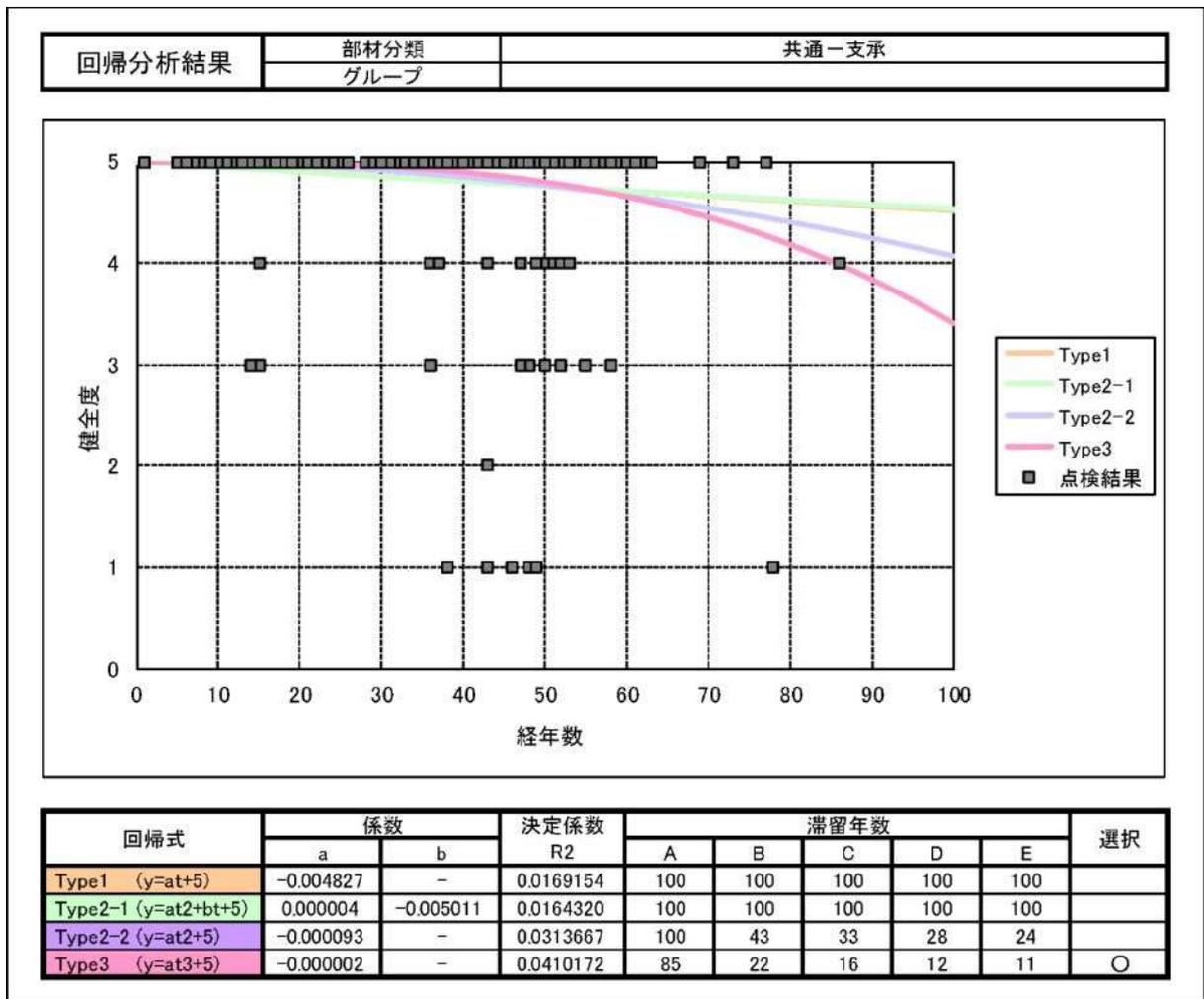
【参考】前回長寿命化計画における劣化曲線【共通：支承 - 経年劣化】

前回の劣化曲線算出でも、今回と同様に一般的な耐用年数を考慮した劣化曲線の方が、滞留年数の短い傾向となった。安全側を考慮するとして、一般的な耐用年数を考慮した劣化曲線を採用した。

橋種	部材	劣化機構	分類	滞留年数				
				A	B	C	D	E
共通	支承	経年劣化	鋼製支承	耐用年数30年				
			ゴム支承	耐用年数100年				

参考：土木工事積算基準マニュアル（建設物価調査会）

「鋼橋のライフサイクルコスト 2001」（橋建協）等



共通－伸縮装置 劣化機構：経年劣化

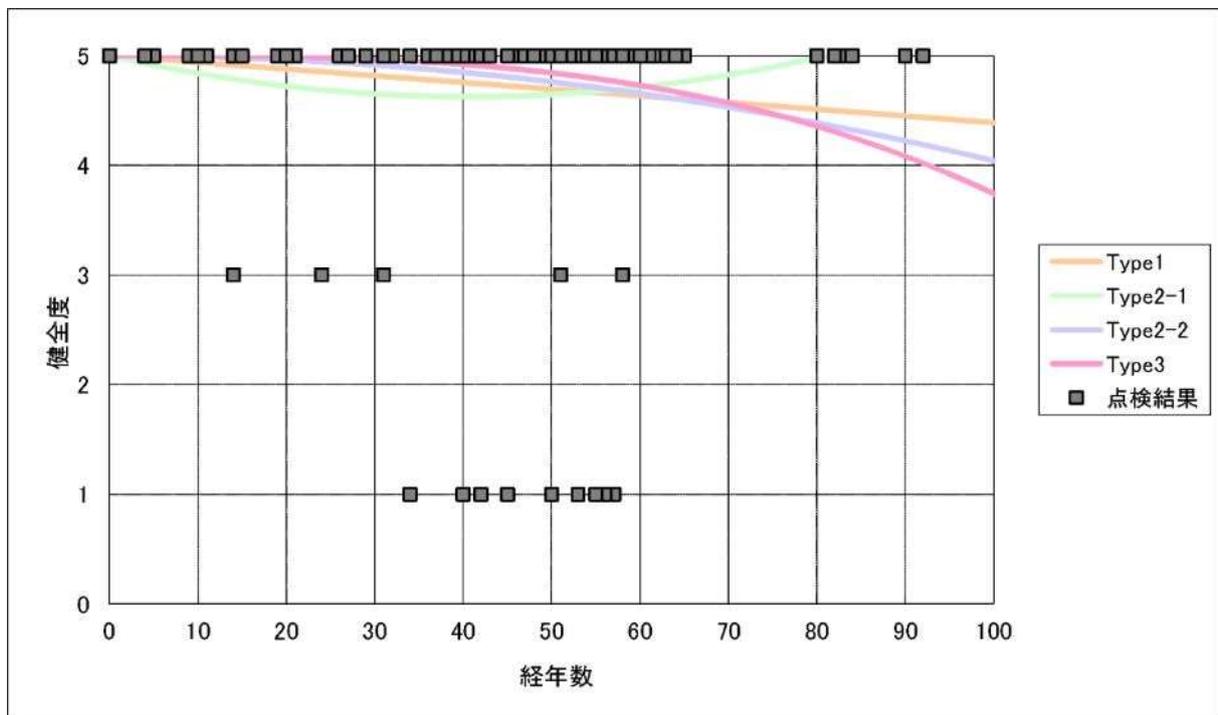
I) 一般的な耐用年数等を考慮した劣化曲線 . . . **【採用】**

橋種	部材	劣化機構	分類		滞留年数				
			形式	耐用年数	A	B	C	D	E
共通	伸縮装置	経年劣化	鋼製	30年	6	6	6	6	6
			ゴム製	30年	6	6	6	6	6

参考：「鋼橋のライフサイクルコスト 2009」（橋建協）等より

II) 点検結果の回帰分析による劣化曲線

回帰分析結果	部材分類	共通－伸縮装置
	グループ	[盲目地型式]



回帰式	係数		決定係数 R2	滞留年数					選択
	a	b		A	B	C	D	E	
Type1 (y=at+5)	-0.006118	-	0.0115716	100	100	100	100	100	
Type2-1 (y=at2+bt+5)	0.000228	-0.018475	0.0108348	100	100	100	100	100	
Type2-2 (y=at2+5)	-0.000096	-	0.0224327	100	42	32	28	24	
Type3 (y=at3+5)	-0.000001	-	0.0354568	92	24	17	14	11	○

III) 考察

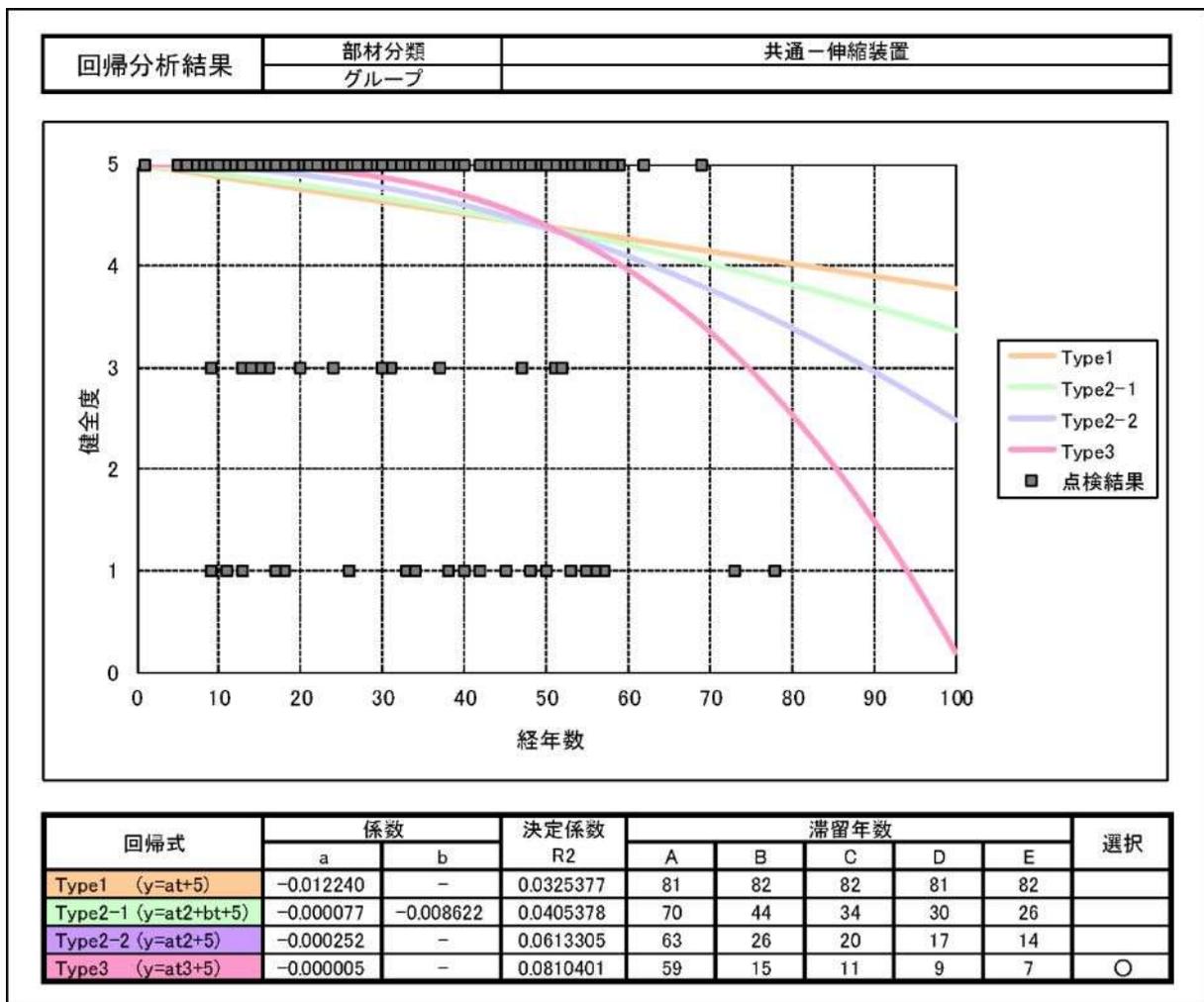
- ・ I)とII)を比較すると、滞留年数に大きな差がある。鋼製の伸縮装置に着目すると、一般的な耐用年数が30年であるのに対して、回帰分析による劣化曲線はAで92年となっており、耐用年数をはるかに超えてしまっている。以上のことと安全を考慮し、鋼製及びゴム製ともに、I)一般的な耐用年数を考慮した劣化曲線を採用する。
- ・ 伸縮装置の形式にかかわらず、耐用年数のサイクルで定期的な取替えを行う。

【参考】 前回長寿命化計画における劣化曲線【共通：伸縮装置 - 経年劣化】

前回の劣化曲線算出でも、今回と同様に一般的な耐用年数を考慮した劣化曲線の方が、滞留年数の短い傾向となった。一般的な耐用年数と回帰分析により算出した滞留年数の差が大きいことに加え、安全側を考慮するとして、一般的な耐用年数を考慮した劣化曲線を採用した。

橋種	部材	劣化機構	分類	滞留年数				
				A	B	C	D	E
共通	伸縮装置	経年劣化	鋼製	耐用年数40年				
			ゴム製	耐用年数20年				

参考：土木工事積算基準マニュアル（建設物価調査会）など



共通一舗装 劣化機構：経年劣化

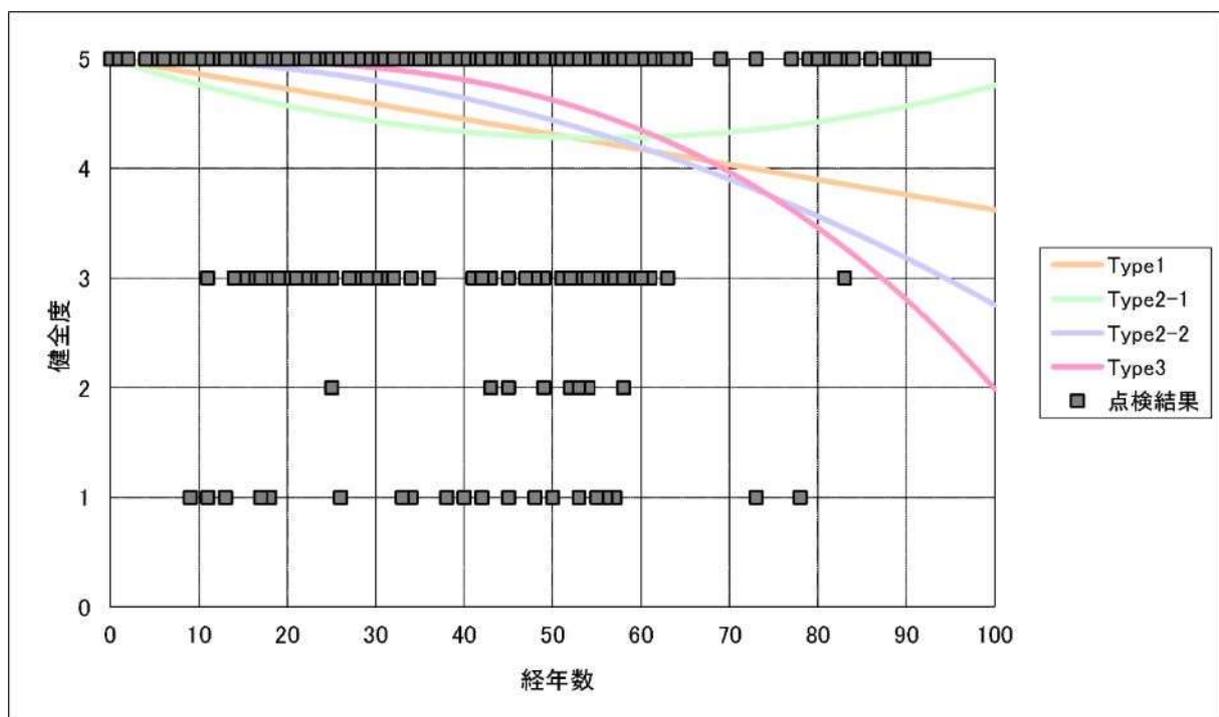
I) 一般的な耐用年数等を考慮した劣化曲線 . . . **【採用】**

橋種	部材	劣化機構	分類		滞留年数				
			舗装種別	耐用年数	A	B	C	D	E
共通	舗装(表層)	経年劣化	アスファルト系	15年	3	3	3	3	3
			コンクリート系	20年	4	4	4	4	4

参考：「鋼橋のライフサイクルコスト 2009」（橋建協）等より

II) 点検結果の回帰分析による劣化曲線

回帰分析結果	部材分類	共通一舗装
	グループ	[アスファルト系]



回帰式	係数		決定係数 R2	滞留年数					選択
	a	b		A	B	C	D	E	
Type1 (y=at+5)	-0.013780	-	0.0579763	72	73	72	73	72	
Type2-1 (y=at2+bt+5)	0.000237	-0.026128	0.0313339	100	100	100	100	100	
Type2-2 (y=at2+5)	-0.000224	-	0.1011670	66	28	21	18	16	
Type3 (y=at3+5)	-0.000003	-	0.1255840	69	18	12	10	9	○

III) 考察

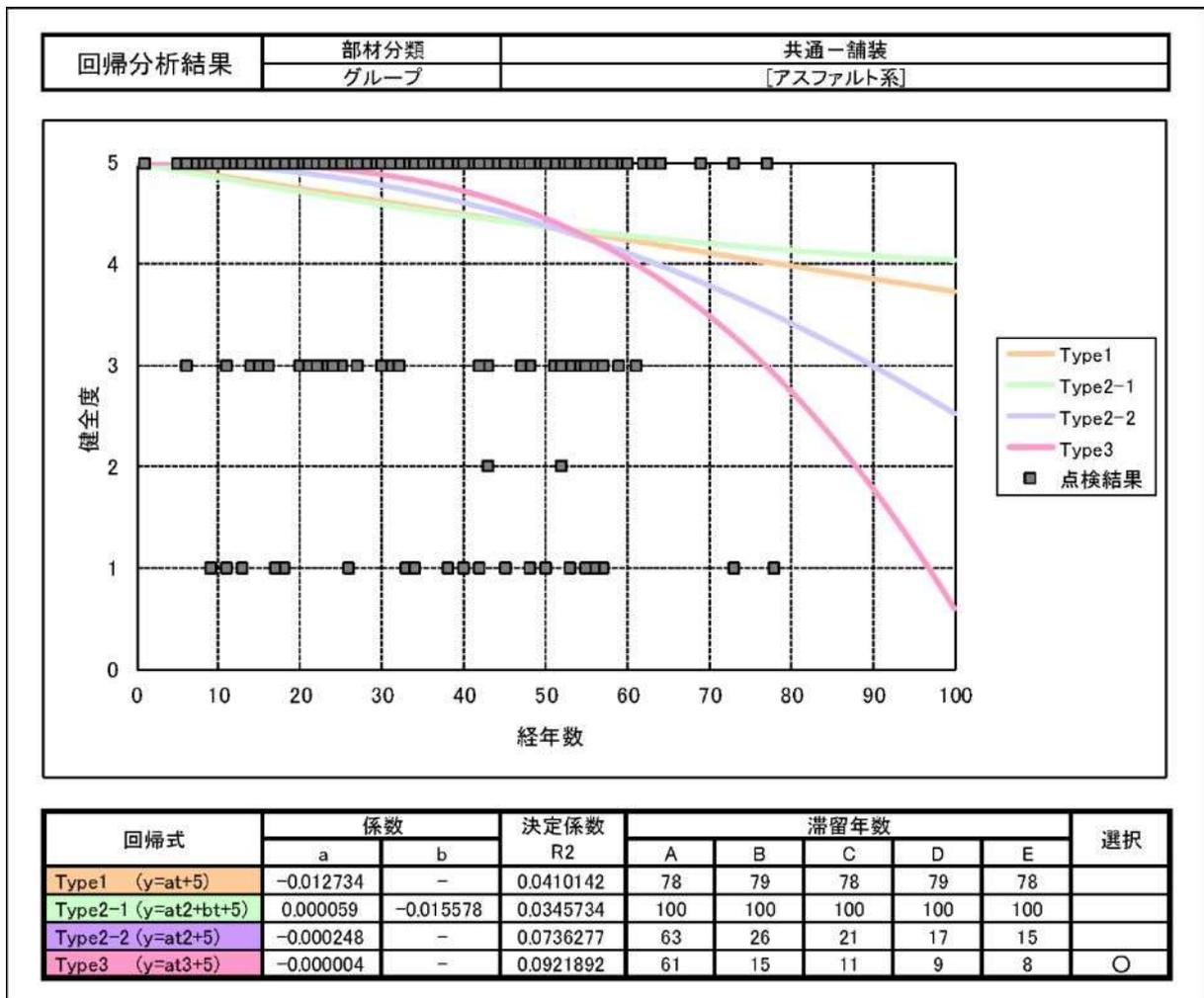
- ・アスファルト舗装について I) と II) を比較すると、滞留年数に大きな差がある。また、コンクリート舗装についても同様に、滞留年数に大きな差があることが確認されている。以上のことから、I) 一般的な耐用年数を考慮した劣化曲線を採用する。
- ・舗装の種別にかかわらず、耐用年数のサイクルで定期的な打ち換えを行う。

【参考】 前回長寿命化計画における劣化曲線【共通：舗装 - 経年劣化】

前回の劣化曲線算出において、アスファルト舗装については、今回と同様に耐用年数を考慮した劣化曲線と回帰分析による劣化曲線で大きな差が出たことから、安全側を考慮するとして一般的な耐用年数による劣化曲線を採用した。コンクリート舗装については、一般的な滞留年数が明記されていないとして、点検結果の回帰分析による劣化曲線で、A~C までの合計年数を耐用年数として採用した。

橋種	部材	劣化機構	分類	滞留年数				
				A	B	C	D	E
共通	舗装	経年劣化	アスファルト系	耐用年数15年				
			コンクリート系	-				

参考：土木工事積算基準マニュアル（建設物価調査会）など



各種防食仕様の推定耐久年数

- 鋼橋のLCCを考える上で、維持管理費のミニマム化が重要で、防食仕様は、維持管理費に大きく影響するため、選定にあたっては、十分留意する必要があります。
- 耐候性鋼材の採用は、環境に適した地域では、LCCにとって有利となります。

表一 各防食方法の推定耐久年数

項目	耐久年数					
	少ない←飛来塩分量→多い					
塗装	初期塗装	塗替え塗装	塗装名称	一般環境 (山間部)	やや厳しい環境 (市街地部)	厳しい環境 (海岸部)
				C-5 全工場塗装	防食維持	Rc-I
塗装以外の防食	溶融亜鉛メッキ			100年	60年	25年
	亜鉛アルミ合金容射+封孔処理			100年	70年	60年
	亜鉛アルミ合金容射+全面フッ素樹脂塗装			—	—	90年
	アルミニウム・マグネシウム合金溶射+封孔処理			—	—	100年以上
	アルミニウム・マグネシウム合金溶射+全面フッ素樹脂塗装			—	—	120年以上
	耐候性鋼材(原板プラスト)			※1 200年	※1 200年	—
	耐候性鋼材+さび安定化補助処理			※1 200年	※1 200年	—
	(参考) 塗装寿命延長鋼			—	—	45~70年
	(参考) ニッケル系高耐候性鋼材			—	—	※1 200年

注1) 塗装仕様の記号は鋼道路橋防食便覧による。
 注2) 塗膜が防食機能を失い錆発生が10~15%になった時点で塗り替える。
 ※1 飛来塩分量別板厚減少予測値(JIS耐候性鋼の腐食予測曲線(鋼道路橋防食便覧))より推定した。

既設橋の延命と再利用

鋼橋は適切に、調査・点検して、損傷を補修または改良することで、延命することができます。改良方法によっては耐久年数を大幅にアップすることができます。そのためには、床版や付属物の耐久年数を知ることが重要です。また、架橋地で橋梁としての役割を終えたとき、その部材を再利用して、新しい橋梁に生まれ変えることもでき、鋼橋サイクルを限りなく続けることが可能です。再生橋梁事例を写真一4,5,6,7に示します。

耐久性向上に向けた橋建協の取り組み

橋建協では、ライフサイクルコストを最小にするため、更なるコスト縮減、耐久性向上を目的とした調査研究活動を行っています。以下に主な研究活動を示します。

- 1 高耐久性鋼床版の研究(共同研究による)
- 2 合成床版の鋼材防食に関する研究
- 3 橋台部ジョイントレス構造の研究(共同研究による)
- 4 鋼床版用伸縮継手の開発

各種床版、付属物の推定耐久年数

- 鋼・コンクリート合成床版は、輪荷重走行試験を実施し、耐久性を確認しています。また床版への水の浸入を防ぐため防水層を設け耐久性を向上しています。
- 支承および付属物の健全度が、橋梁の寿命に影響するため、適切なメンテナンスを行う必要があります。

表二 床版、付属物の推定耐久年数

項目	耐久年数		
	一般環境 (山間部)	やや厳しい環境 (市街地部)	厳しい環境 (海岸部)
RC床版	100年	100年	100年
鋼・コンクリート合成床版	200年	200年	200年
プレキャストPC床版	200年	200年	200年
場所打ちPC床版	200年	200年	200年
支 承	B P B	100年	100年
	ゴ ム	100年	100年
伸縮装置	鋼 製	40年	30年
	鋳 鋼 製	40年	30年
	ゴ ム 製	20年	15年
高 欄	鋼 製	30年	30年
	鋳 鋼 製	30年	30年
	アルミ製	60年	60年
舗 装	普通As	表 層	15年
		基 層	30年
	高機能	表 層	20年
		基 層	40年
防水層	シート	30年	
	塗 膜	40年	
排水装置	RC床版	100年	
	合成床版・PC床版	200年	

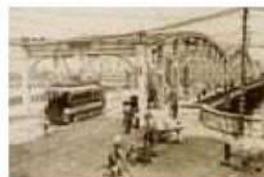
再生橋梁事例



写真一4 旧橋(四谷見附橋)
大正2年~平成3年
まで供用した。



写真一5 新橋(長池見附橋)
平成5年竣工



写真一6 旧両国橋
明治37年竣工



写真一7 南高橋
旧両国橋の材料を
利用し昭和7年竣工