

付録

橋梁架設数の推計

1. 概要

毎年、道路局企画課において、全国における道路の現況を明らかにし、道路整備計画の立案、策定及び道路施設の管理に関する基礎資料を得ることを目的とした、道路法第 77 条に基づく「道路施設現況調査」が実施されている。この調査では、調査期日（平成〇年 4 月 1 日）時点における、供用中の橋長 15m 以上の橋梁が対象とされている。

この調査結果を用いて、架設年度別の供用数が分析されている。しかしながら、供用中の橋梁に限られ、架設後まもない橋梁にあつては未供用の橋梁が計上されていない、架設後かなりの年数を経過している場合は既に架替が行われて廃橋となったものもあること等から、実際に架設された橋梁数は明確となっていない。

そこで、架替実態調査の結果を活用し、この架設橋梁数の推計を試みた。図-1 に、推計に係るフローを示す。

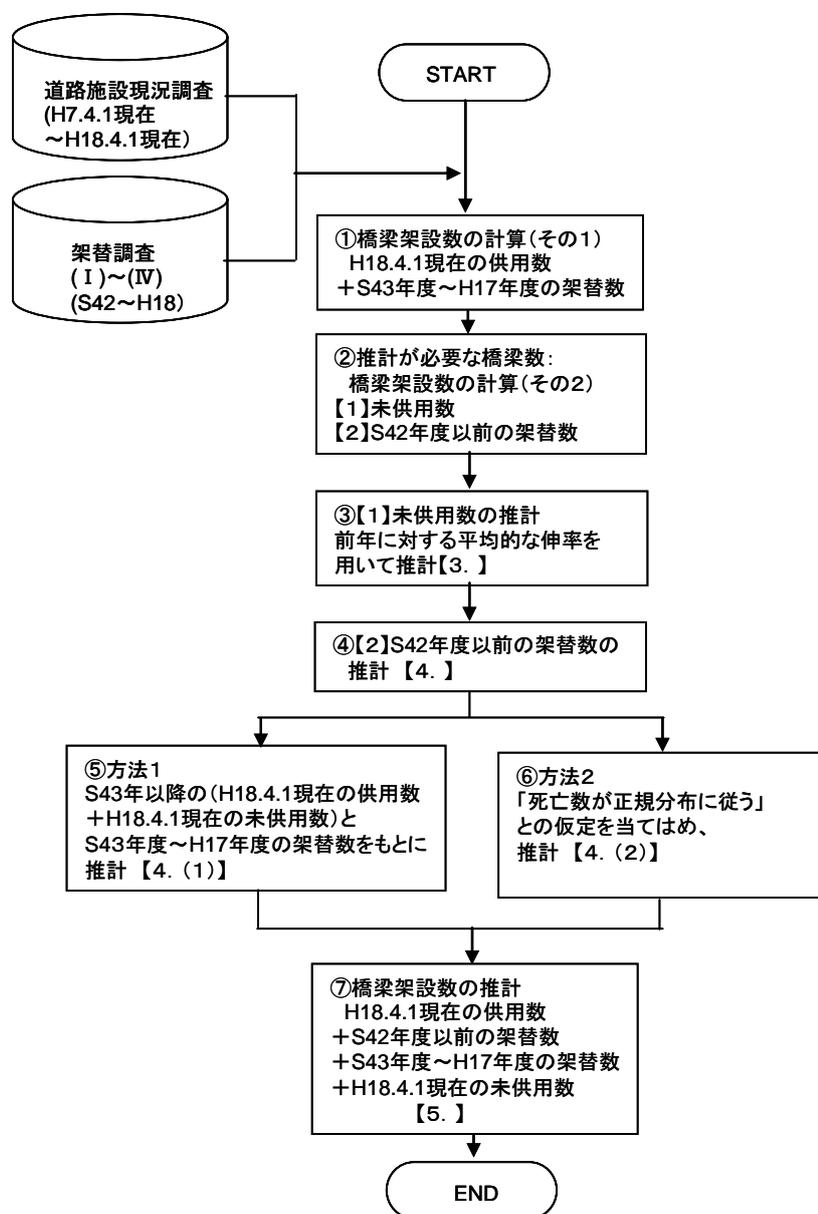


図-1 橋梁架設数の推計フロー

2. 各年度の橋梁架設数の推計方法

(1) 使用データ

- ・道路施設現況調査（現況調査）：H7. 4. 1 現在～H18. 4. 1 現在までの 12 年間のデータ
- ・橋梁の架替に関する調査結果（Ⅰ）～（Ⅳ）（架替調査）：昭和 42 年 10 月～平成 18 年 6 月までに架替の行われた橋梁のデータ（ただし、S42 年は 10 月から、H18 年は 6 月までのデータしかないため、実際には S43. 4（S43 年度）～H18. 3（H17 年度）のデータを使用する。）

(2) 対象橋梁

- ・道路種別：一般国道、都道府県道
 - ・橋 長：15m以上
 - ・橋 種：鋼橋、コンクリート橋、P C 橋、鋼と R C 又は P C との混合橋
- を対象（道路公社、高速道路株式会社が管理する橋梁は除く。）とする。上下線等が分離している場合は、それぞれ 1 橋として計上する。

(3) 橋梁架設数の推計

橋梁架設数の推計の手順は、次のとおりである。

- ① 最新の現況調査（H18. 4. 1 現在）を用いて、架設年度毎の橋梁数を集計
(=H18. 4. 1 現在の供用数)
- ② 架替調査結果を用いて、架設年度毎の架替えられた橋梁数を集計
(=S43 年度～H17 年度の架替数)
- ③ ①と②を用いて、架設年度毎に H18. 4. 1 現在の供用数と S43 年度～H17 年度の架替数を足し合わせる（以上、図-2 参照。）



図-2 橋梁架設数の計算手順（その 1）

- ④ 架設年度毎の橋梁架設数を求めるには、次の橋梁数（図-3 参照。）も求める必要があり、これは推計によることとした。

【1】 H18. 4. 1 現在で未供用の橋梁数（=未供用数）

【2】 S42 年度以前の架替数（S42 年度以前の架替調査結果が存在しないため）

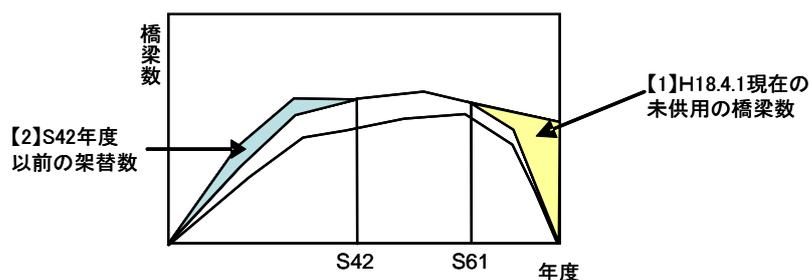


図- 3 推計が必要な橋梁数：橋梁架設数の計算手順（その 2）

3. 【1】未供用数の推計手順

未供用数は、毎年の累計供用数の前年に対する平均的な伸率を用いて推計する。平均的な伸率の計算方法の考え方を図-4 に示す。

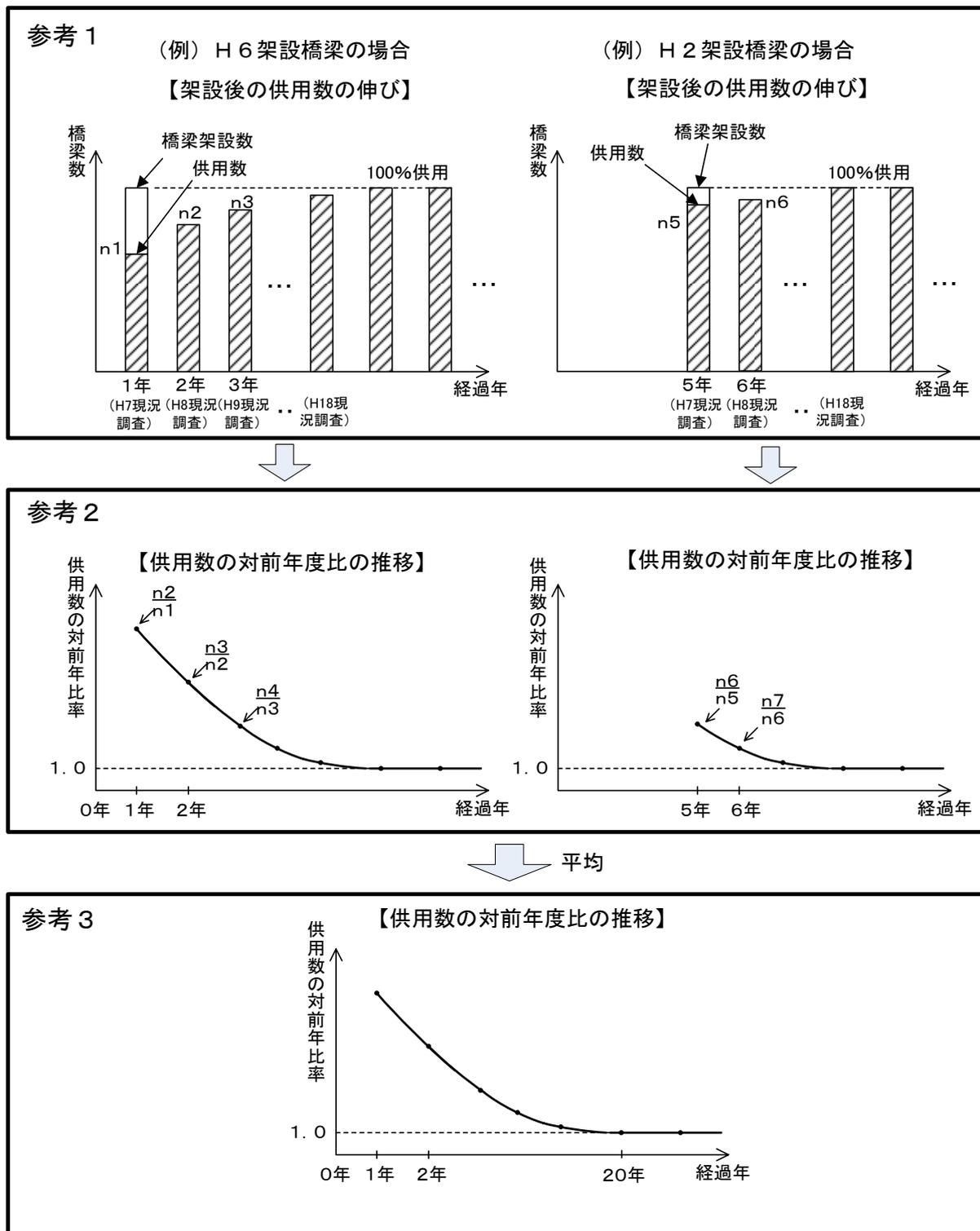


図-4 平均的な伸率の計算方法の考え方

(1) ある年度に架設した橋梁の供用数の伸びを H7. 4. 1～H18. 4. 1 現在の現況調査（供用数）と架替調査（架替数）の合計を用いて計算する（図-4 参考1）。

対象は S50～H17 年度とする（供用 100%の経過年数を把握するために S50 年度まで計算した）。S50～H17 年度までの供用数の伸びを図-5 に示す。

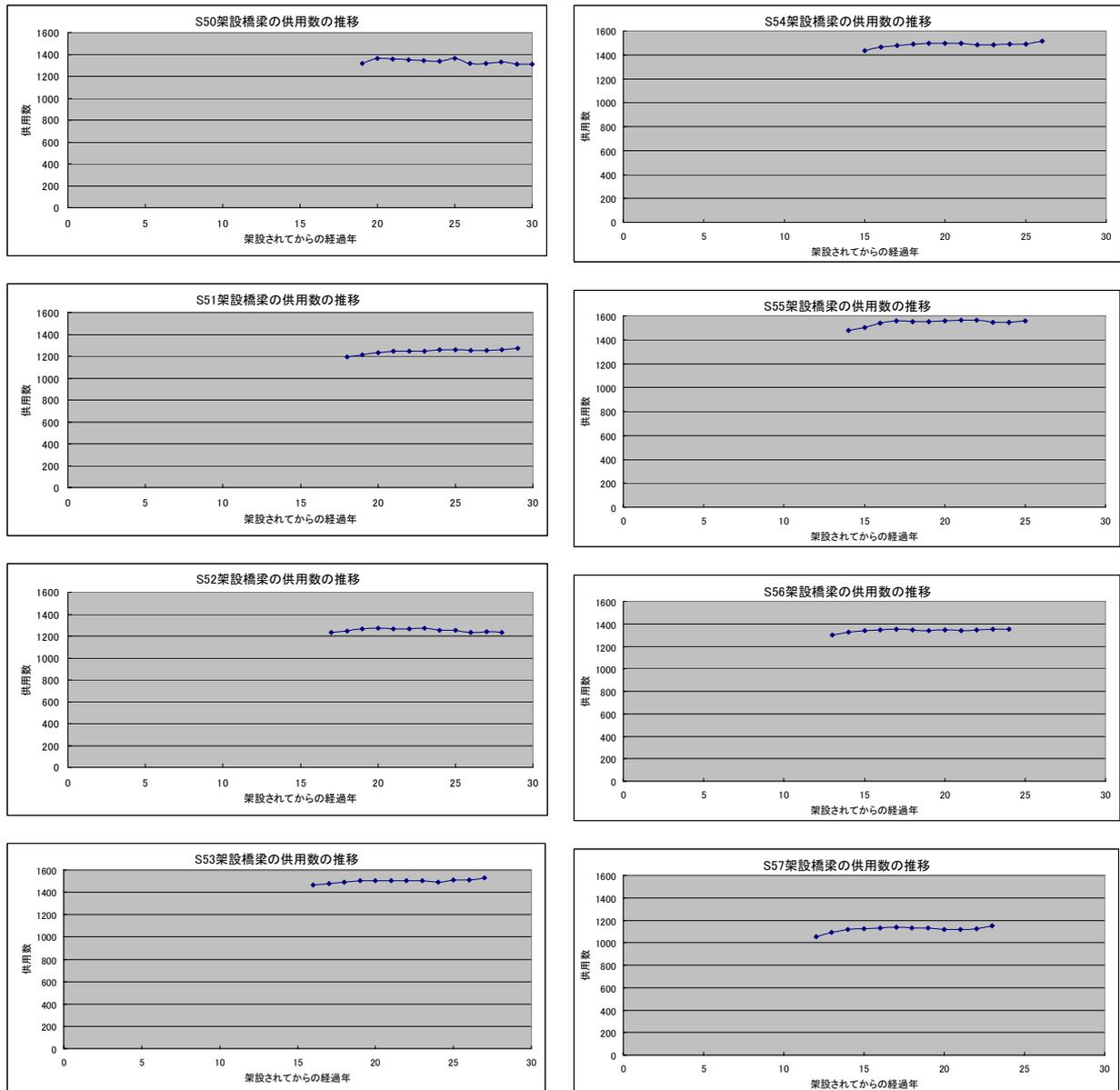


図-5 架設後の供用数の伸び（S50～H17 架設橋梁）（1/3）

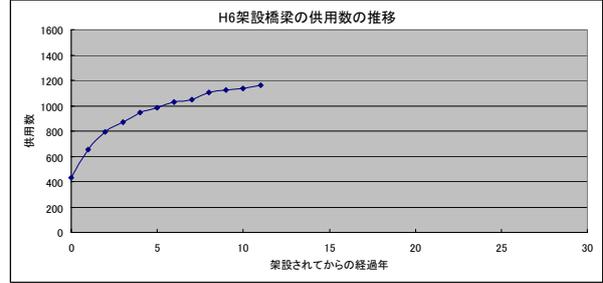
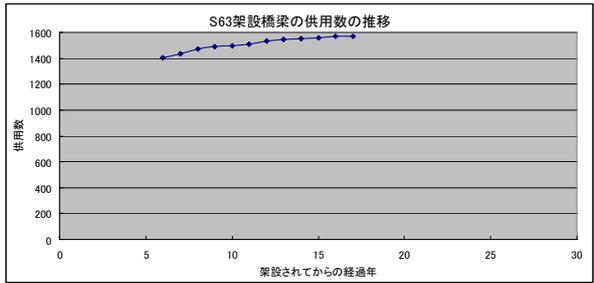
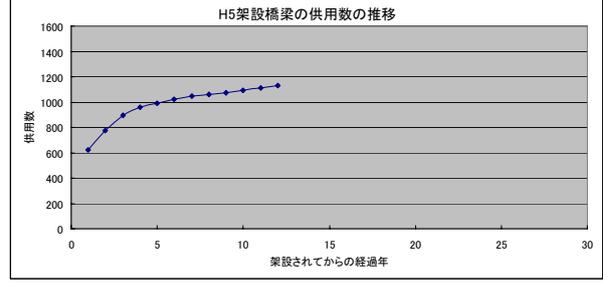
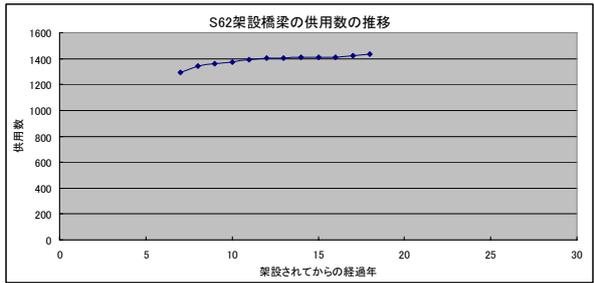
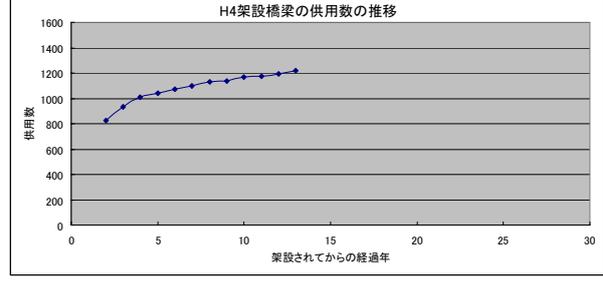
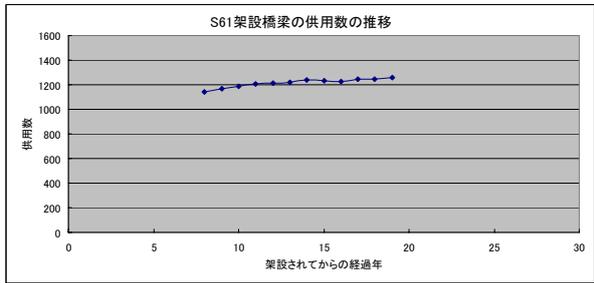
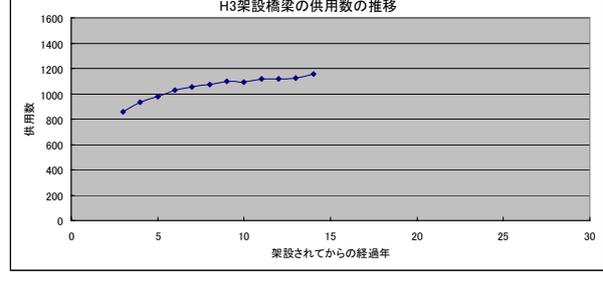
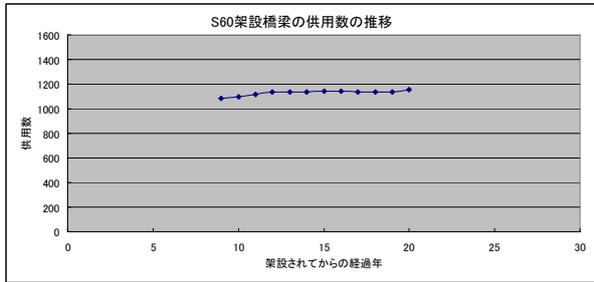
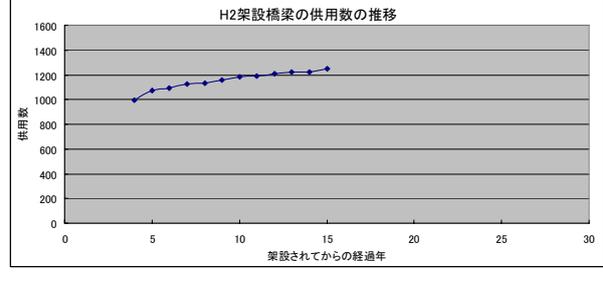
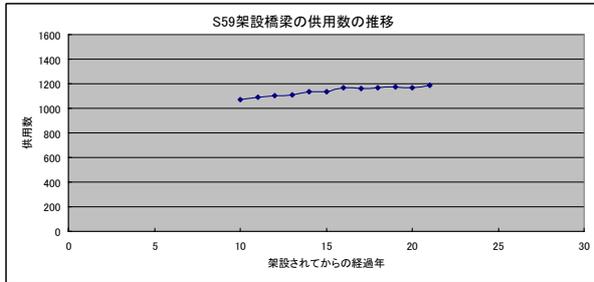
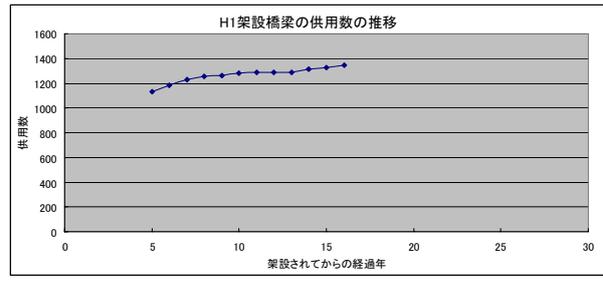
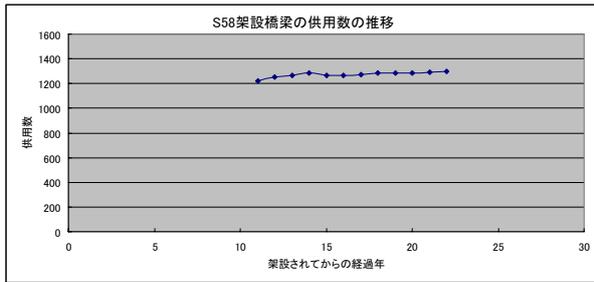


図-5 架設後の供用数の伸び（S50～H17 架設橋梁）（2/3）

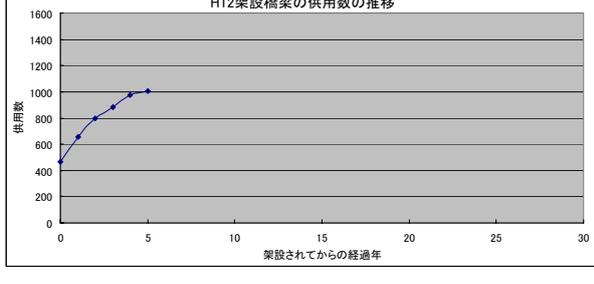
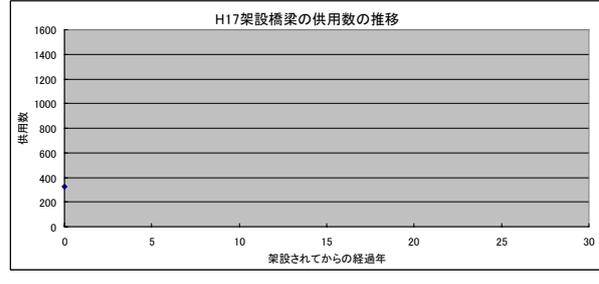
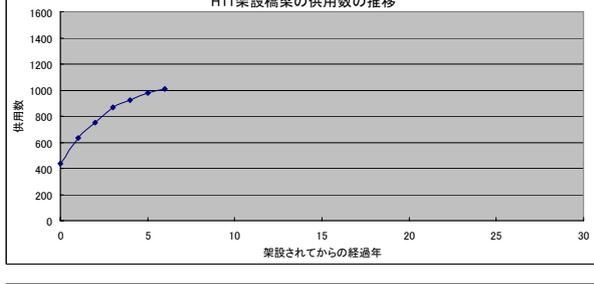
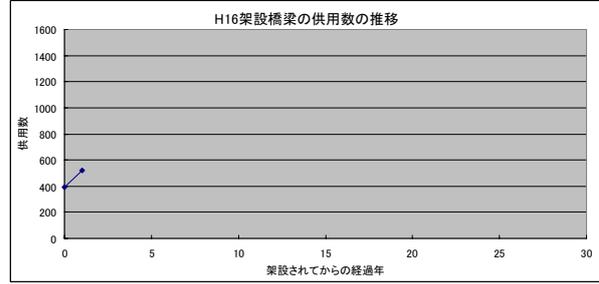
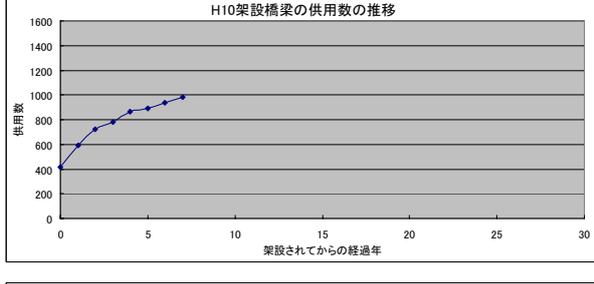
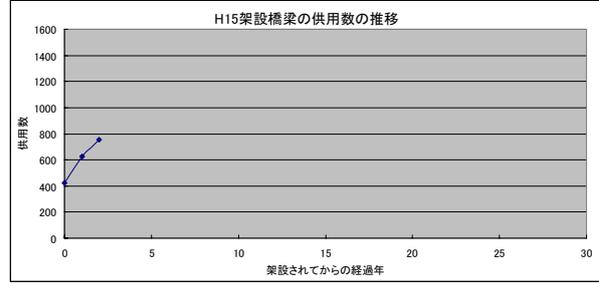
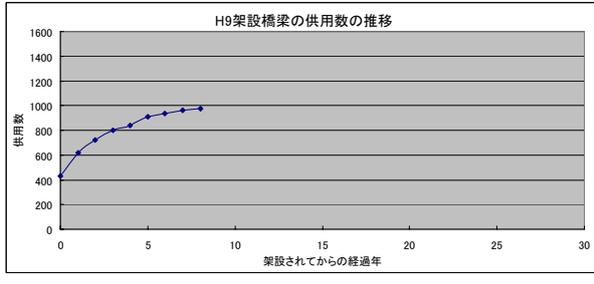
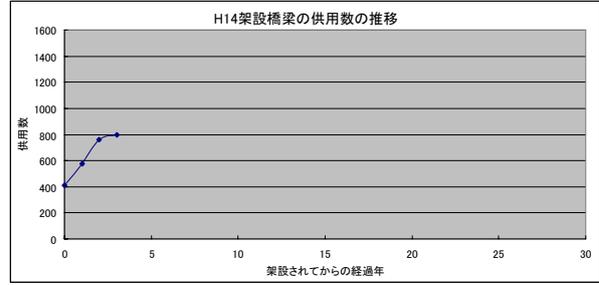
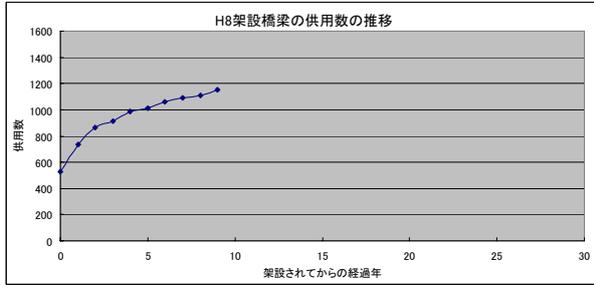
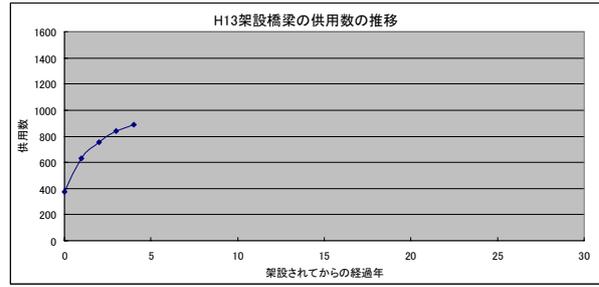
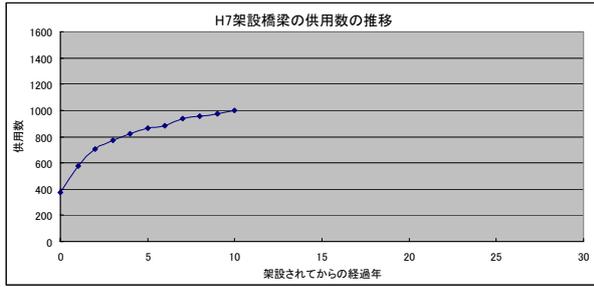


図-5 架設後の供用数の伸び (S50~H17 架設橋梁) (3/3)

(2) この結果を用いて、架設年度毎に前年に対する供用数の伸率の推移を計算する（図-4 参考2）。S50～H17年度までの計算結果を図-6に示す。

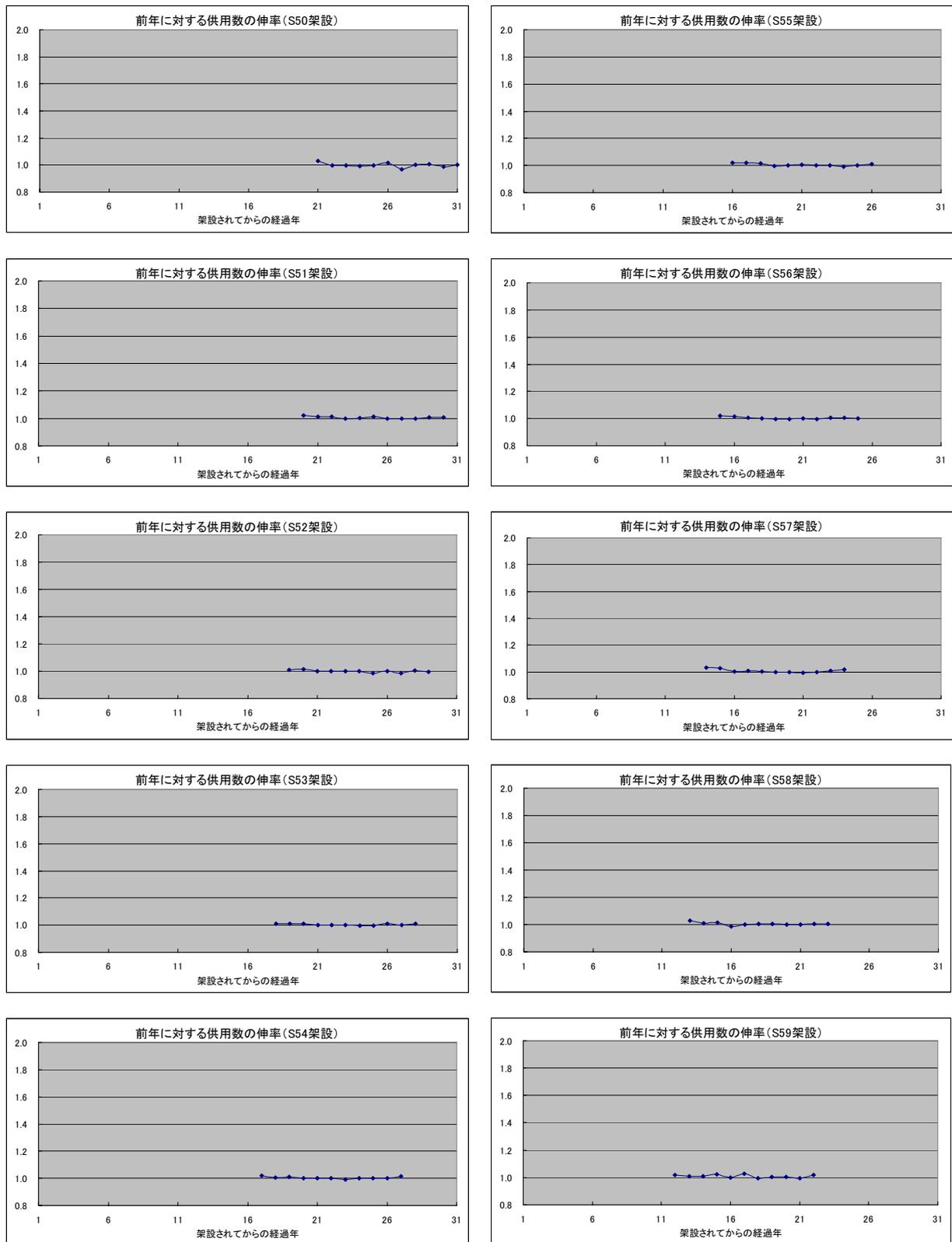


図-6 供用数の対前年度比の推移 (1/3)

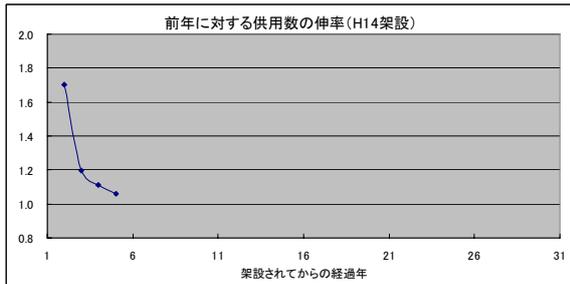
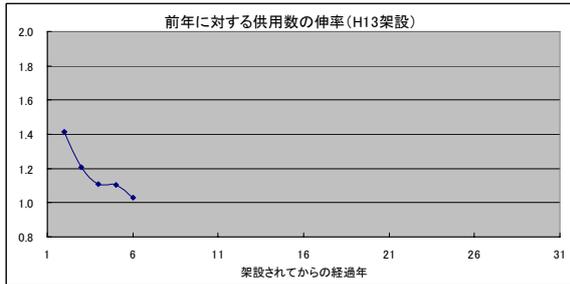
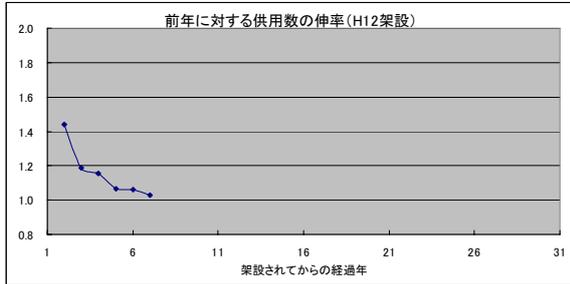
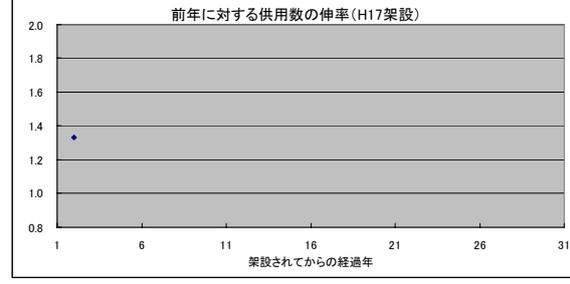
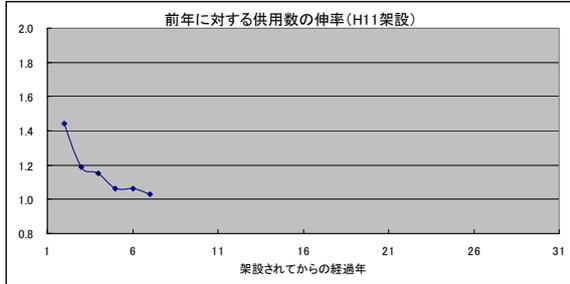
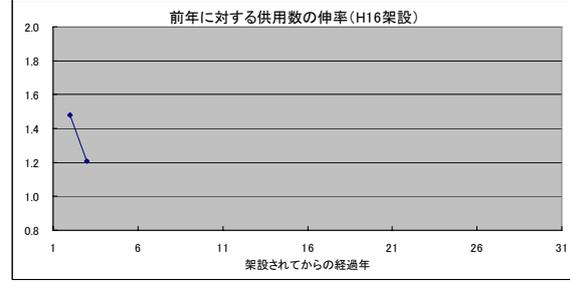
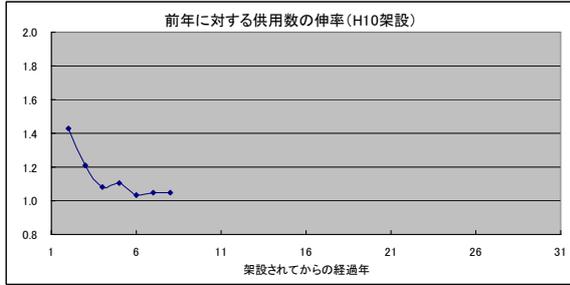
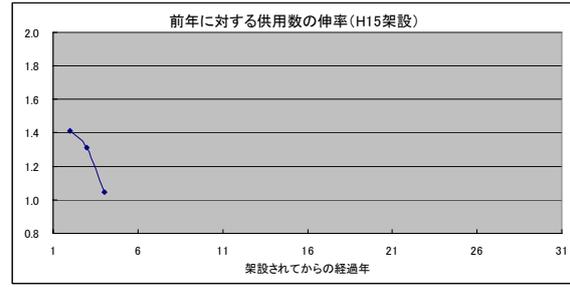
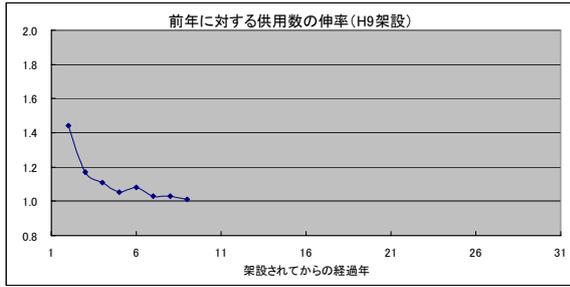


図-6 供用数の対前年度比の推移 (3/3)

(3) S50～H17 年度に対して計算した(2)の結果を経過年毎に平均し、前年に対する平均的な供用数の伸率を計算する(図-4 参考3)。計算結果を表-1、図-7に示す。

架設後 20 年で、伸率が概ね 1.0 となる。これは、H18. 4. 1 時点で架設後 20 年を越えていない S61 年以降に架設された橋梁には、現時点で未供用の橋梁が存在することを意味する。

表-1 前年に対する平均的な供用数の伸率

架設されてからの経過年	供用数の伸率	架設されてからの経過年	供用数の伸率
1	1.46	14	1.01
2	1.21	15	1.01
3	1.10	16	1.01
4	1.08	17	1.01
5	1.05	18	1.00
6	1.04	19	1.01
7	1.03	20	1.01
8	1.02	21	1.00
9	1.02	22	1.00
10	1.01	23	1.00
11	1.01	24	1.00
12	1.01	25	1.00
13	1.01		

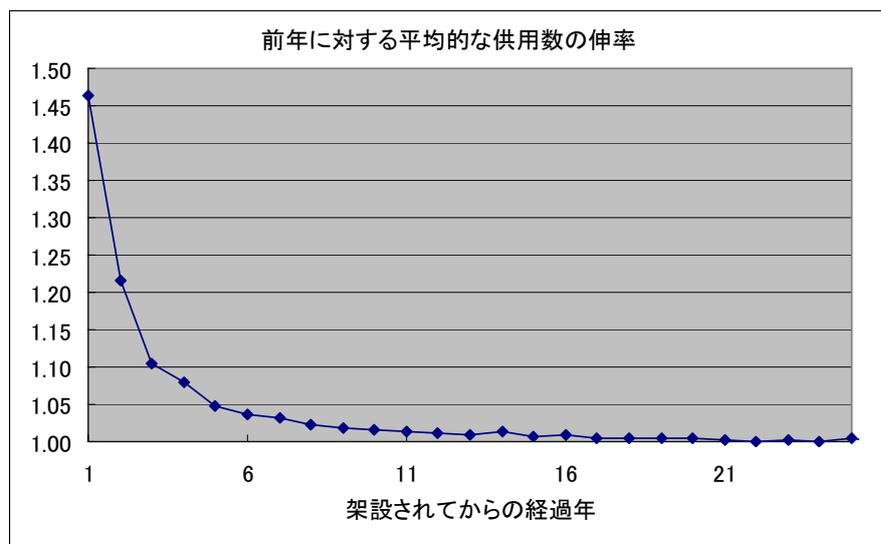


図-7 前年に対する平均的な供用数の伸率

4. 【2】 S42年度以前の架替数

S42年度以前の架替橋梁数は、以下に示す2つの方法で推計を行う。

方法1：S43年度以降の（H18.4.1現在の供用数＋未供用数）と架替調査結果をもとに推計

方法2：国総研資料第223号にある「死亡数が正規分布に従う」との仮定を当てはめ、当てはめ式から推計

（1）方法1

①【1】で求めたS43年度以降の各年度の（H18.4.1現在の供用数＋未供用数）に対する経過年毎の架替割合を計算する。この時、架替割合を求める際の分母は以下のように設定する。

分母＝各年度に架設された橋梁のH18.4.1現在の供用数＋未供用数

（計算例）分母をP橋、1年目の架替数をx橋、2年目の架替数をy橋とする。

$$\cdot 1 \text{年目の架替率} = x \div P$$

$$\cdot 2 \text{年目の架替率} = y \div P$$

S43年度以降の架設年度別の、経過年毎の架替割合を図-8に示す。

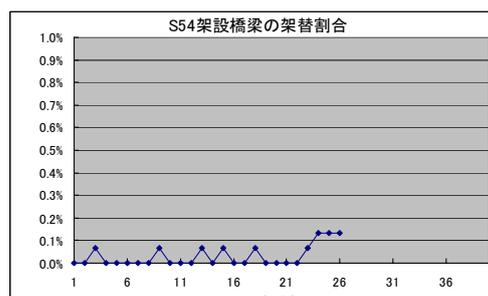
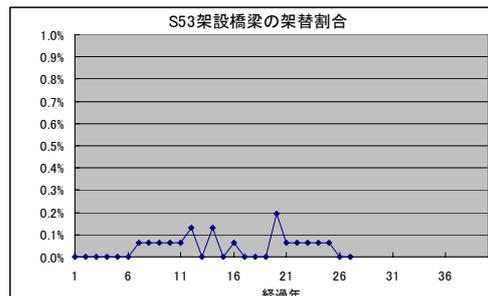
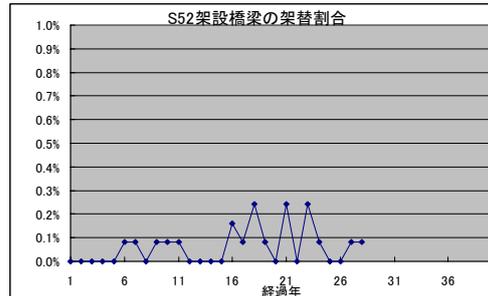
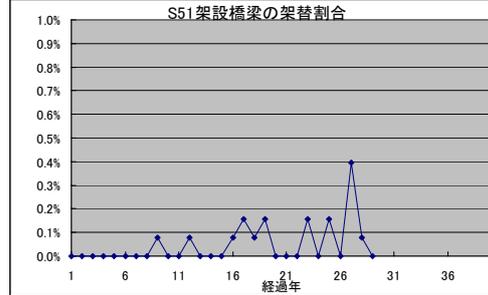
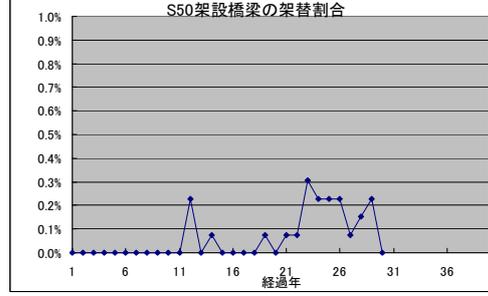
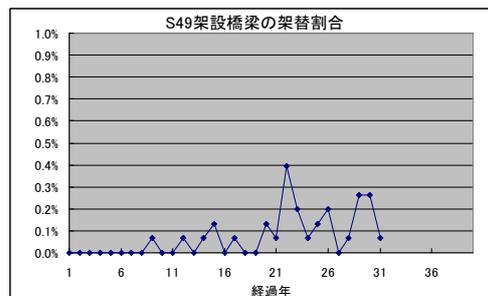
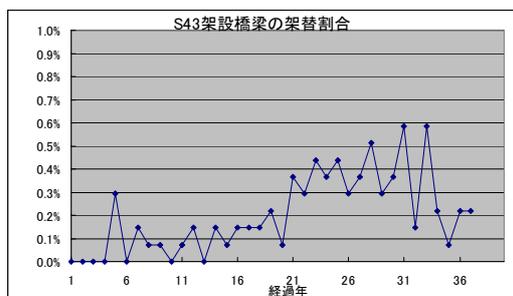


図-8 経過年毎の架替割合 (1/4)

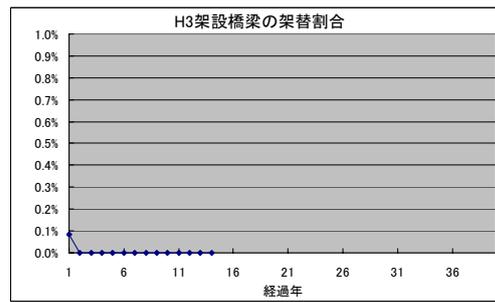
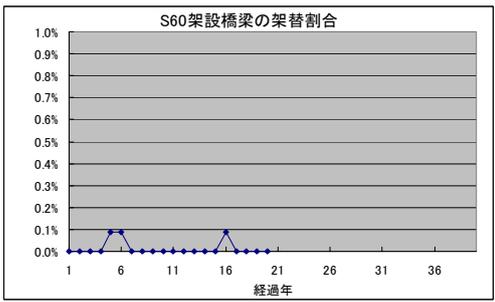
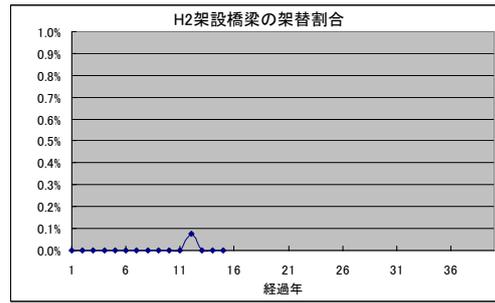
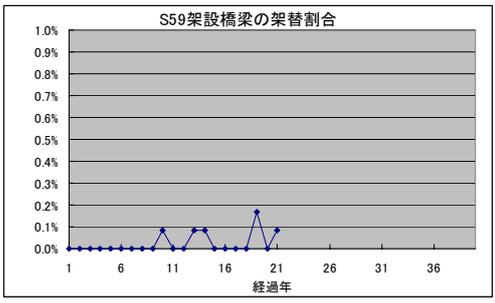
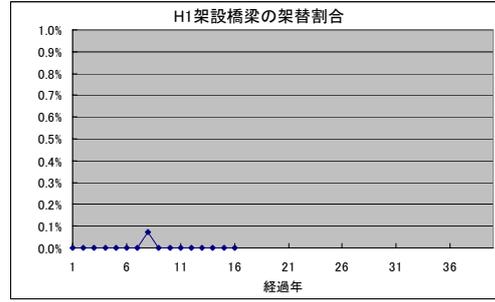
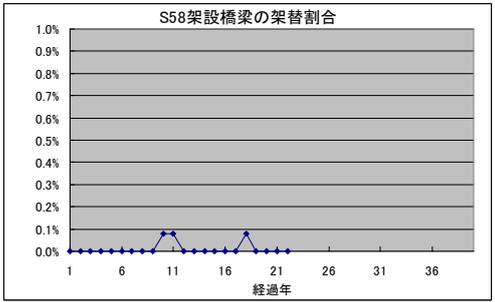
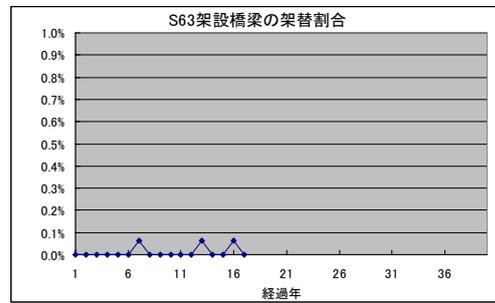
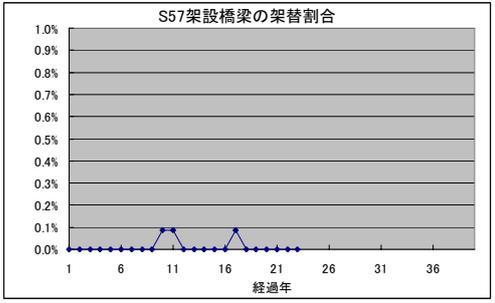
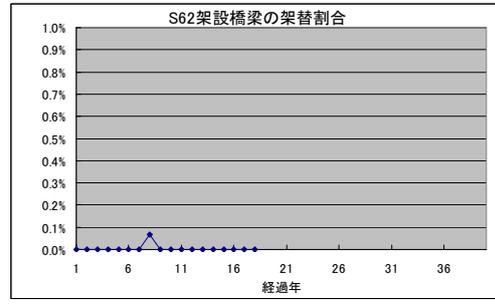
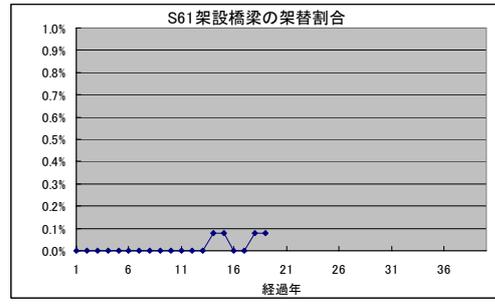
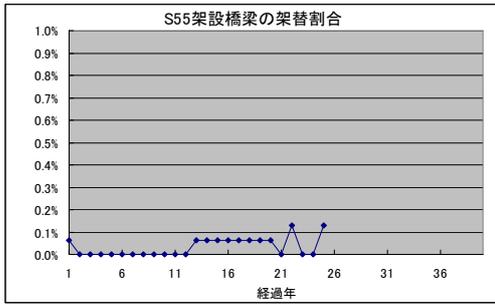


図-8 経過年毎の架替割合 (2/4)

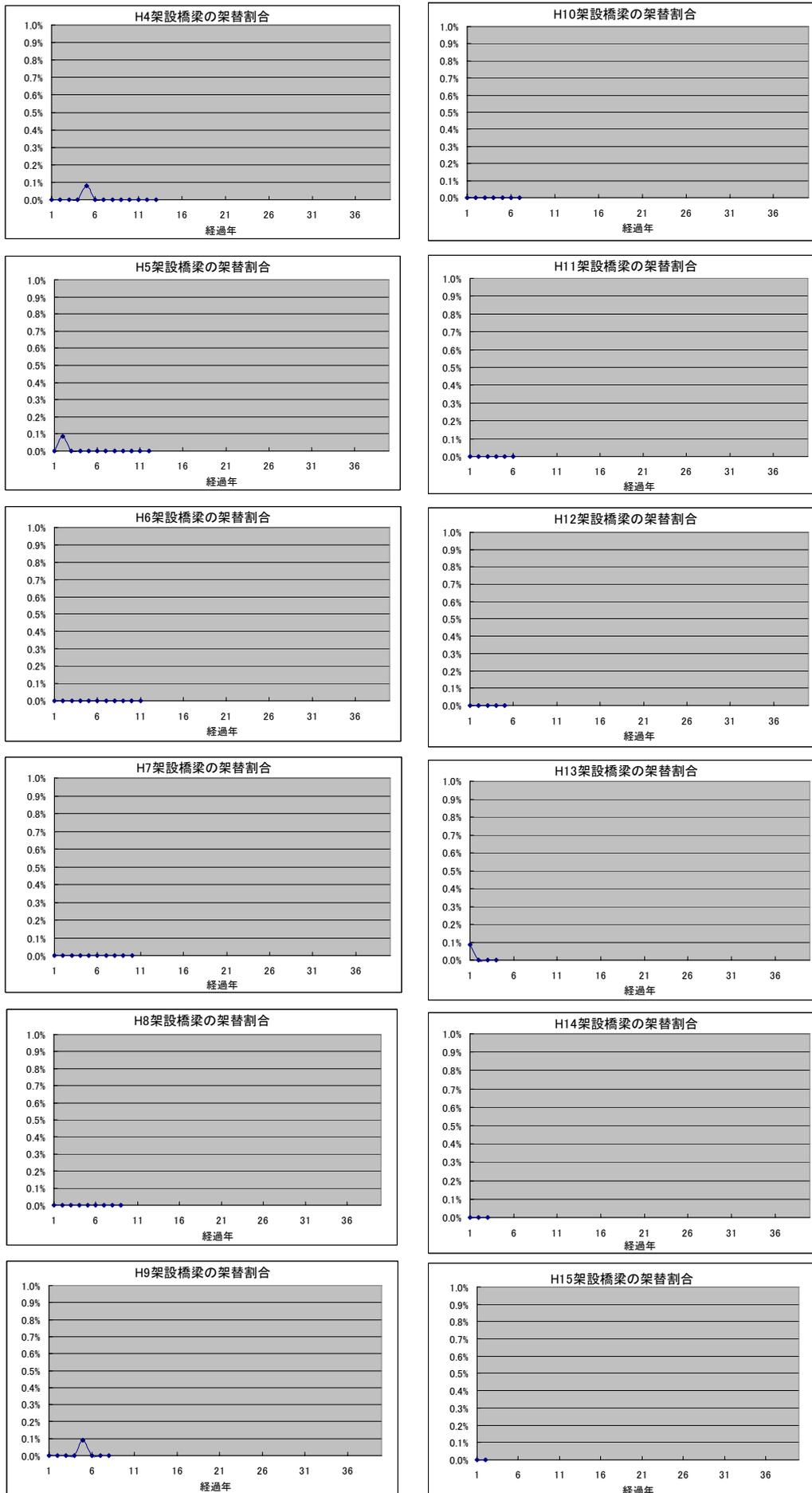


図-8 経過年毎の架替割合 (3/4)

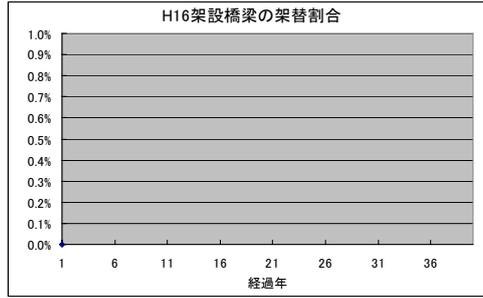


図-8 経過年毎の架替割合 (4/4)

- ② ①において架設年度毎に求めた経過年毎の架替割合を S43 年度～H16 年度で平均し、平均的な経過年毎の架替割合を計算する。計算結果を表-3、図-9 に示す。
- ③ ②では S43 年度～H16 年度の 37 年分の架替割合しか計算できないため、経過年が 38 年以降の架替割合については、経過年 33～37 年の 5 年間の平均架替割合を用いることとする。
- ④ ②、③の経過年毎の架替割合を経過年に沿って累計する。累計結果を表-3、図-10 に示す。
- ⑤ S42 年度以前の各年度の架替数を以下の式で計算する。計算は大正 9 年度までとした。

$$\cdot \text{S42 年度以前の架替数} = (\text{各年度の H18. 4. 1 現在の供用数} + \text{S43 年度～H17 年度の架替数}) \times \text{各年度の累計架替割合}$$

(計算例) 架設されてからの経過年が 10 年の場合

$$(\text{各年度架設の H18. 4. 1 現在の供用数} + \text{S43 年度～H17 年度の架替数}) \times 0.002 \text{ (10 年目の架替割合)}$$

計算結果を表-3 に示す。

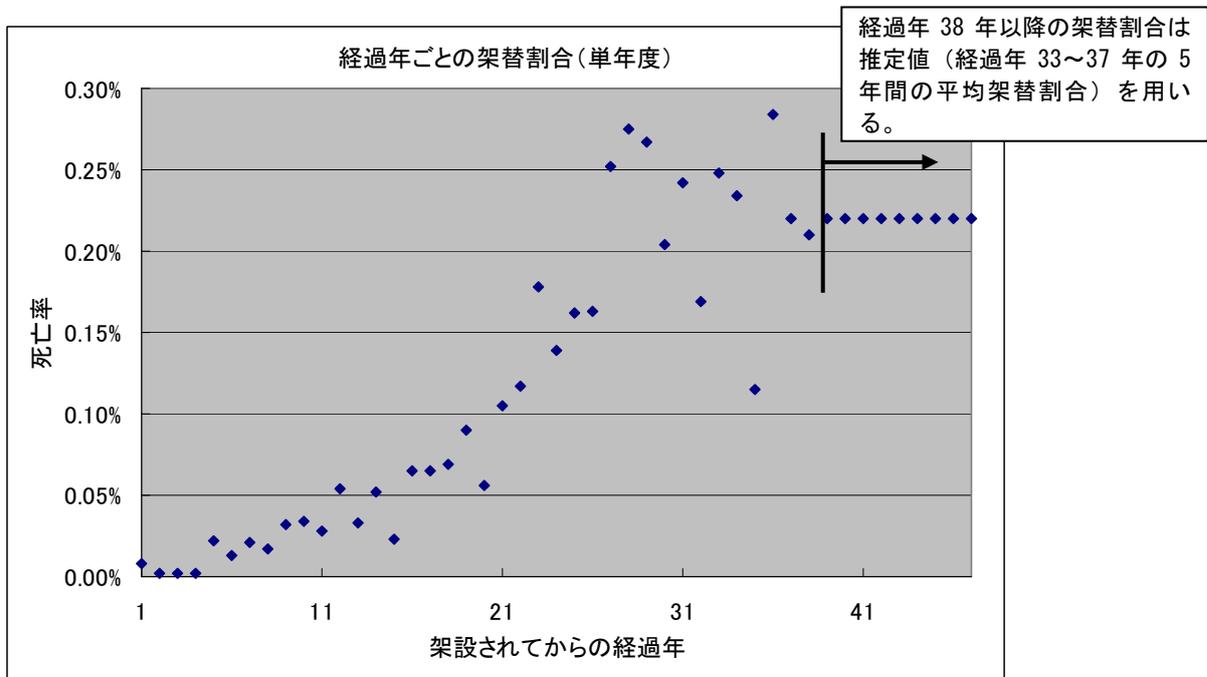


図-9 経過年毎の架替割合 (単年度)

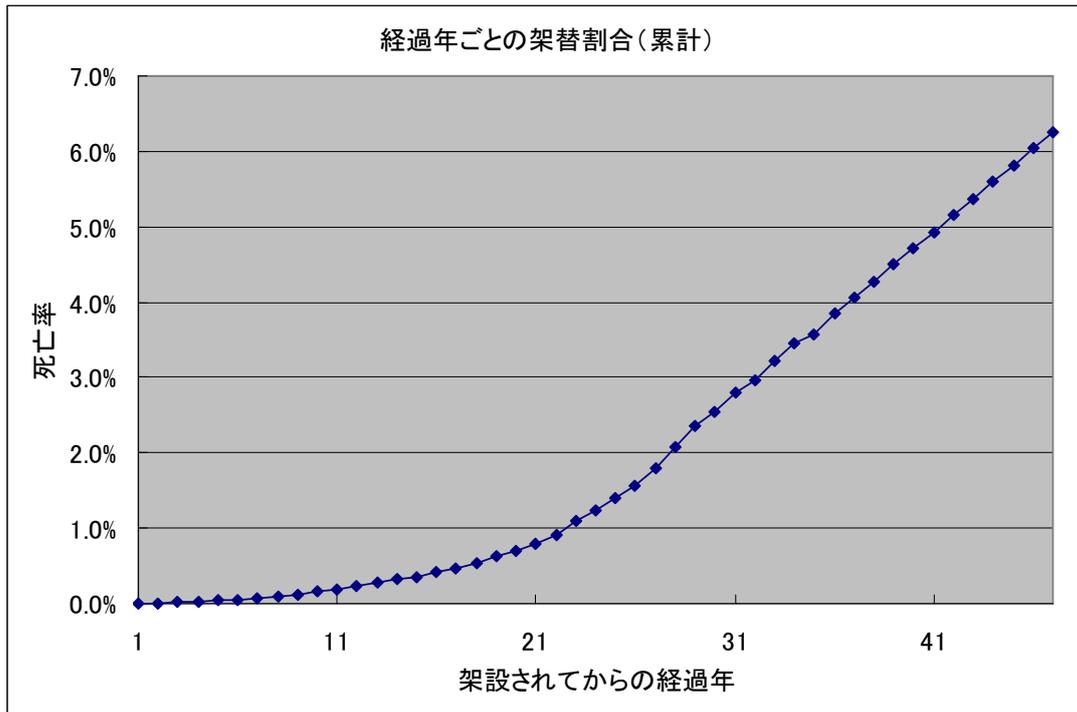


図-10 経過年毎の架替割合（累計）

表-3 経過年毎の架替割合、S42年度以前の架替数（方法1）

架設年度	架設されてからの経過年	経過年ごとの架替割合		H18.4.1現在 (現況調査)の 供用数 ②	S43年度～H17 年度(架替調 査)の架替数 ③	S42年度以前 の架替数 (②+③)×①
		単年度	累計①			
S42	0	0.000	0.000	1,327	125	0
S41	1	0.000	0.000	1,280	124	0
S40	2	0.000	0.000	1,278	165	0
S39	3	0.000	0.000	1,186	204	0
S38	4	0.000	0.000	1,069	173	0
S37	5	0.000	0.000	987	201	0
S36	6	0.000	0.000	819	176	0
S35	7	0.000	0.001	739	204	1
S34	8	0.000	0.001	715	210	1
S33	9	0.000	0.001	562	219	1
S32	10	0.000	0.002	443	185	1
S31	11	0.000	0.002	387	211	1
S30	12	0.001	0.002	361	185	1
S29	13	0.000	0.003	347	174	1
S28	14	0.001	0.003	248	169	1
S27	15	0.000	0.003	134	120	1
S26	16	0.001	0.004	124	107	1
S25	17	0.001	0.005	93	76	1
S24	18	0.001	0.005	41	42	0
S23	19	0.001	0.006	17	33	0
S22	20	0.001	0.007	8	20	0
S21	21	0.001	0.008	5	6	0
S20	22	0.001	0.009	13	24	0
S19	23	0.002	0.011	7	16	0
S18	24	0.001	0.012	21	20	1
S17	25	0.002	0.014	31	17	1
S16	26	0.002	0.016	41	29	1
S15	27	0.003	0.018	44	62	2
S14	28	0.003	0.021	86	79	3
S13	29	0.003	0.023	96	102	5
S12	30	0.002	0.026	130	153	7
S11	31	0.002	0.028	143	168	9
S10	32	0.002	0.030	173	222	12
S9	33	0.002	0.032	154	193	11
S8	34	0.002	0.034	174	232	14
S7	35	0.001	0.036	164	212	13
S6	36	0.003	0.038	98	185	11
S5	37	0.002	0.041	92	148	10
S4	38	0.002	0.043	76	136	9
S3	39	0.002	0.045	76	110	8
S2	40	0.002	0.047	58	92	7
S1	41	0.002	0.049	48	78	6
T14	42	0.002	0.052	23	51	4
T13	43	0.002	0.054	17	38	3
T12	44	0.002	0.056	8	25	2
T11	45	0.002	0.058	8	20	2
T10	46	0.002	0.060	9	10	1
T9	47	0.002	0.063	1	12	1

(2) 方法2

- ① 国総研資料第 223 号にある「死亡数が正規分布に従う」との仮定を用い、当てはめ式の値を、架設数とする。寿命分布曲線にはケース I - B (架替理由が機能的陳腐化又は物理的損傷) を用いる。表-4 に、架設年度毎の正規分布のパラメータ (平均寿命、標準偏差) を示す。

表-4 正規分布のパラメータ (平均寿命、標準偏差)

架設年度	平均寿命	標準偏差
T9~S5	40	10
S6~S15	40	10
S16~S25	30	10
S26~S35	60	20
S36~S42	70	20

- ② 図-11 に示すように、ある年度に架設された橋梁のうち、寿命分布曲線にしたがい、架設されてから S42 年度以前の架替数を x 橋、S43 年度~H17 年度の架替数を a 橋と仮定する。

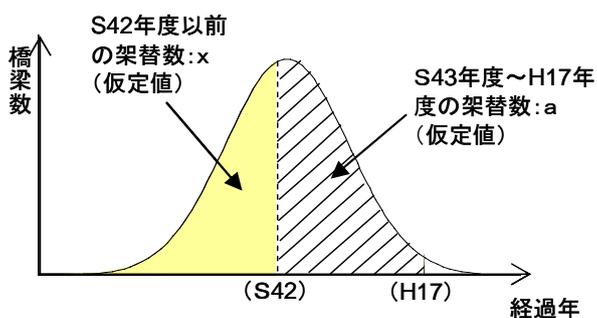


図-11 架替数の仮定

- ③ 架替調査結果より、ある年度に架設された橋梁の S43 年度~H17 年度の架替数を A 橋とする。
 ④ 各年度に架設された橋梁の S42 年度以前の架替数は、以下の式で推計する (図-12 参照)。
 ・ S42 年度以前の架替数 (推計値) = $x \times (A \div a)$

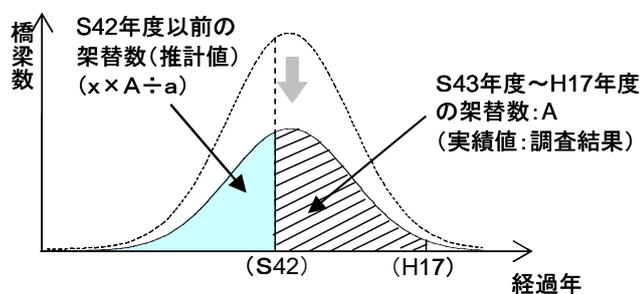


図-12 架替数の推計

計算結果を表-5 に示す。

表-5 S42年度以前の架替数（方法2）

架設年度		寿命分布曲線		架替調査結果	当てはめ比率 ①=A÷a	S42年度以前の 架替数 (推計値) x × ①
		S43年度～H17年 度の架替数 a	S42年度以前の 架替数 x	S43年度～平成17 年度の架替数 A		
S42	1967	61	0	125	2.049	0
S41	1966	67	0	124	1.864	0
S40	1965	73	0	165	2.254	0
S39	1964	80	0	204	2.539	0
S38	1963	88	0	173	1.965	0
S37	1962	96	0	201	2.089	0
S36	1961	105	1	176	1.677	2
S35	1960	223	4	204	0.915	4
S34	1959	237	5	210	0.886	4
S33	1958	252	5	219	0.869	4
S32	1957	268	6	185	0.690	4
S31	1956	284	7	211	0.743	5
S30	1955	300	8	185	0.617	5
S29	1954	317	9	174	0.549	5
S28	1953	334	11	169	0.506	6
S27	1952	351	12	120	0.342	4
S26	1951	368	14	107	0.291	4
S25	1950	897	97	76	0.085	8
S24	1949	880	115	42	0.048	5
S23	1948	861	136	33	0.038	5
S22	1947	839	159	20	0.024	4
S21	1946	814	184	6	0.007	1
S20	1945	787	212	24	0.030	6
S19	1944	757	242	16	0.021	5
S18	1943	725	274	20	0.028	8
S17	1942	691	309	17	0.025	8
S16	1941	655	345	29	0.044	15
S15	1940	897	97	62	0.069	7
S14	1939	880	115	79	0.090	10
S13	1938	861	136	102	0.118	16
S12	1937	839	159	153	0.182	29
S11	1936	814	184	168	0.206	38
S10	1935	787	212	222	0.282	60
S9	1934	757	242	193	0.255	62
S8	1933	725	274	232	0.320	88
S7	1932	691	309	212	0.307	95
S6	1931	655	345	185	0.282	97
S5	1930	618	382	148	0.239	91
S4	1929	579	421	136	0.235	99
S3	1928	540	460	110	0.204	94
S2	1927	500	500	92	0.184	92
S1	1926	460	540	78	0.170	92
T14	1925	421	579	51	0.121	70
T13	1924	382	618	38	0.099	61
T12	1923	345	655	25	0.072	47
T11	1922	309	691	20	0.065	45
T10	1921	274	726	10	0.036	26
T9	1920	242	758	12	0.050	38

※寿命分布曲線(正規分布)に従う架替数は各年度の橋梁架設数1,000橋と仮定して計算

5. 橋梁架設数の推計結果

橋梁架設数は以下の式で計算する。

橋梁架設数 = H18. 4. 1 現在の供用数 + S42 年以前の架替数 + S43 年以降の架替数 + 未供用数
推計結果を表-6、図-13 に示す。S42 年度以前の架設数について見ると、方法 2 で計算した数が方法 1 で計算した数より多いことがわかる。この理由としては以下の点が考えられる。

- ・方法 2 は「正規分布に従う」と仮定しているため、架設年度が古い橋梁の架替数を多めに計上している可能性がある。

以上から、方法 1 により求めたものを橋梁架設数と見なすことを提案する。図-14 に提案する橋梁架設数を示す。

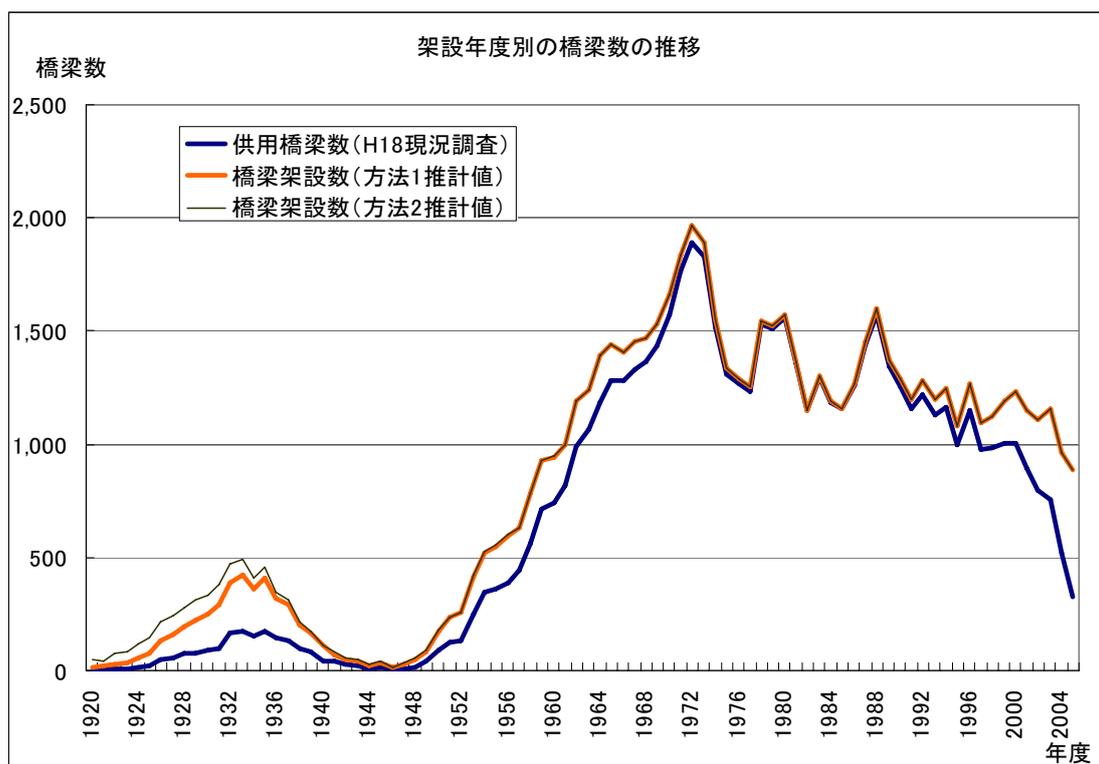


図-13 架設年度別の橋梁架設数の推計結果

表-6 橋梁架設数の推計結果

年度	H18.4.1現在(現況調査)の供用数	S43年度～H17年度(架替調査)の架替数	H18.4.1現在の未供用数	S42年度以前の架替数		推計橋梁架設数		
				方法1	方法2	方法1	方法2	
T9	1,920	1	12	0	1	38	14	51
T10	1,921	9	10	0	1	26	20	45
T11	1,922	8	20	0	2	45	30	73
T12	1,923	8	25	0	2	47	35	80
T13	1,924	17	38	0	3	61	58	116
T14	1,925	23	51	0	4	70	78	144
S1	1,926	48	78	0	6	92	132	218
S2	1,927	58	92	0	7	92	157	242
S3	1,928	76	110	0	8	94	194	280
S4	1,929	76	136	0	9	99	221	311
S5	1,930	92	148	0	10	91	250	331
S6	1,931	98	185	0	11	97	294	380
S7	1,932	164	212	0	13	95	389	471
S8	1,933	174	232	0	14	88	420	494
S9	1,934	154	193	0	11	62	358	409
S10	1,935	173	222	0	12	60	407	455
S11	1,936	143	168	0	9	38	320	349
S12	1,937	130	153	0	7	29	290	312
S13	1,938	96	102	0	5	16	203	214
S14	1,939	86	79	0	3	10	168	175
S15	1,940	44	62	0	2	7	108	113
S16	1,941	41	29	0	1	15	71	85
S17	1,942	31	17	0	1	8	49	56
S18	1,943	21	20	0	1	8	42	49
S19	1,944	7	16	0	0	5	23	28
S20	1,945	13	24	0	0	6	37	43
S21	1,946	5	6	0	0	1	11	12
S22	1,947	8	20	0	0	4	28	32
S23	1,948	17	33	0	0	5	50	55
S24	1,949	41	42	0	0	5	83	88
S25	1,950	93	76	0	1	8	170	177
S26	1,951	124	107	0	1	4	232	235
S27	1,952	134	120	0	1	4	255	258
S28	1,953	248	169	0	1	6	418	423
S29	1,954	347	174	0	1	5	522	526
S30	1,955	361	185	0	1	5	547	551
S31	1,956	387	211	0	1	5	599	603
S32	1,957	443	185	0	1	4	629	632
S33	1,958	562	219	0	1	4	782	785
S34	1,959	715	210	0	1	4	926	929
S35	1,960	739	204	0	1	4	944	947
S36	1,961	819	176	0	0	2	995	997
S37	1,962	987	201	0	0	0	1,188	1,188
S38	1,963	1,069	173	0	0	0	1,242	1,242
S39	1,964	1,186	204	0	0	0	1,390	1,390
S40	1,965	1,278	165	0	0	0	1,443	1,443
S41	1,966	1,280	124	0	0	0	1,404	1,404
S42	1,967	1,327	125	0	0	0	1,452	1,452
S43	1,968	1,365	103	0	0	0	1,468	1,468
S44	1,969	1,435	93	0	0	0	1,528	1,528
S45	1,970	1,573	91	0	0	0	1,664	1,664
S46	1,971	1,769	69	0	0	0	1,838	1,838
S47	1,972	1,893	72	0	0	0	1,965	1,965
S48	1,973	1,826	62	0	0	0	1,888	1,888
S49	1,974	1,515	34	0	0	0	1,549	1,549
S50	1,975	1,310	26	0	0	0	1,336	1,336
S51	1,976	1,269	18	0	0	0	1,287	1,287
S52	1,977	1,235	21	0	0	0	1,256	1,256
S53	1,978	1,528	18	0	0	0	1,546	1,546
S54	1,979	1,513	12	0	0	0	1,525	1,525
S55	1,980	1,560	13	0	0	0	1,573	1,573
S56	1,981	1,354	11	0	0	0	1,365	1,365
S57	1,982	1,148	3	0	0	0	1,151	1,151
S58	1,983	1,296	3	0	0	0	1,299	1,299
S59	1,984	1,186	6	0	0	0	1,192	1,192
S60	1,985	1,154	3	0	0	0	1,157	1,157
S61	1,986	1,259	4	7	0	0	1,270	1,270
S62	1,987	1,437	1	15	0	0	1,453	1,453
S63	1,988	1,572	3	22	0	0	1,597	1,597
H1	1,989	1,346	2	26	0	0	1,374	1,374
H2	1,990	1,251	1	36	0	0	1,288	1,288
H3	1,991	1,155	1	40	0	0	1,196	1,196
H4	1,992	1,222	1	60	0	0	1,283	1,283
H5	1,993	1,129	1	67	0	0	1,197	1,197
H6	1,994	1,164	0	84	0	0	1,248	1,248
H7	1,995	997	0	86	0	0	1,083	1,083
H8	1,996	1,151	0	118	0	0	1,269	1,269
H9	1,997	976	2	119	0	0	1,097	1,097
H10	1,998	980	0	145	0	0	1,125	1,125
H11	1,999	1,007	2	185	0	0	1,194	1,194
H12	2,000	1,005	2	228	0	0	1,235	1,235
H13	2,001	891	3	254	0	0	1,148	1,148
H14	2,002	796	2	308	0	0	1,106	1,106
H15	2,003	756	2	401	0	0	1,159	1,159
H16	2,004	519	0	445	0	0	964	964
H17	2,005	325	0	559	0	0	884	884

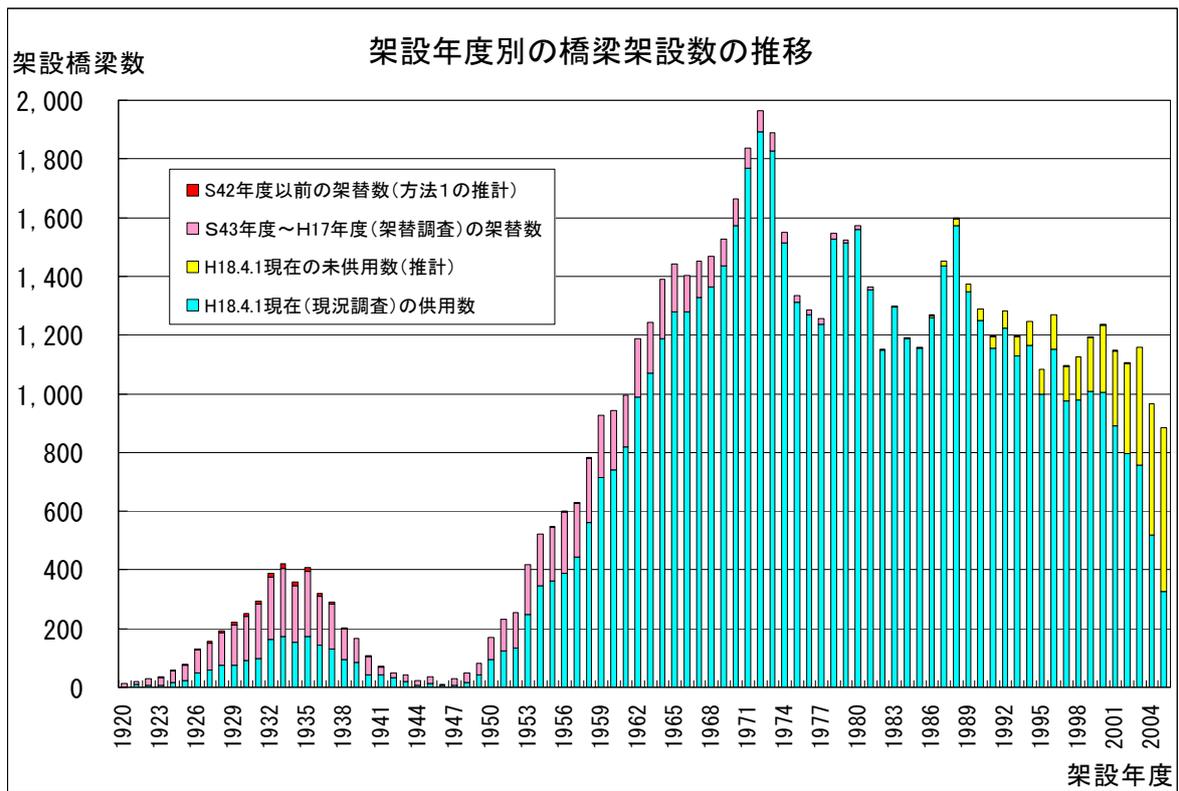


図-14 提案する架設年度別の橋梁架設数の推移